



Костромской  
государственный  
университет

ISSN 2587-6147

16+



# ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

4(62)

2023



# ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
(до 2016 года «Вестник  
Костромского государственного  
технологического университета»)

Издается с 1999 года

**2 0 2 3**

**№ 4(62)**

**ДЕКАБРЬ**

# TECHNOLOGIES & QUALITY

SCHOLARLY JOURNAL  
(up to 2016 “Bulletin  
of the Kostroma State  
Technological University”)

Appears since 1999

**2 0 2 3**

**№ 4(62)**

**DECEMBER**

**Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук**

**Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) с 2011 года**

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (Перечень ВАК),  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученой степени кандидата наук,  
на соискание ученой степени доктора наук  
по следующим отраслям:  
2.6.16. Технология производства изделий текстильной  
и легкой промышленности (технические науки),  
5.10.3. Виды искусства. Техническая эстетика и дизайн (искусствоведение)**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

### Главный редактор

СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА СМИРНОВА  
кандидат технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

### Ответственный секретарь

ПАВЕЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДОВСКИЙ  
доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

### СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

### АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

### ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

### МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,  
Костромской государственной университет

### ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

доктор технических наук, профессор,  
Санкт-Петербургская государственная  
художественно-промышленная академия  
им. А. Л. Штиглица

### МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

доктор технических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный  
экономический университет

### АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

### АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,  
Ивановский государственный политехнический университет

### СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

доктор технических наук, профессор, Московский  
государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

### ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

### БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,  
Костромской государственной университет

### ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ СУРЖЕНКО

доктор технических наук, профессор,  
Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна

### ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

### ЮРИЙ СТЕПАНОВИЧ ШУСТОВ

доктор технических наук, профессор, Российский  
государственный университет им. А. Н. Косыгина  
(Технологии. Дизайн. Искусство)

### САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ

доктор технических наук, профессор,  
Ташкентский государственный транспортный университет

## EDITORIAL BOARD STAFF:

### Editor-in-chief

SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA  
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kostroma State University

### Executive Secretary

PAVEL NIKOLAEVICH RUDOVSKY  
Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

### SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

### ALEXANDER PAVLOVICH GRECHUKHIN

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kostroma State University

### LYUDMILA YURIEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kostroma State University

### MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,  
Kostroma State University

### ZHANNA YURIEVNA KOYTOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Saint Petersburg State  
Academy of Art and Design  
named after A. L. Stieglitz

### MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Saint Petersburg State  
University of Economics

### ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

### ALEKSEY YURIEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Ivanovo State Polytechnic University

### SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Bauman Moscow State Technical University

### GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

### BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kostroma State University

### EVGENIY YAKOVLEVICH SURZHENKO

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Saint-Petersburg State University  
of Industrial Technologies and Design

### WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

### YURIY STEPANOVICH SHUSTOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Kosygin Russian State University  
(Technologies. Design. Art)

### SALOHIDDIN ZUNUNOVICH YUNUSOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Tashkent State Transport University

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Рудовский П. Н., Палочкин С. В.,  
Смирнова С. Г., Фефелова Т. Л.**  
Обоснование шага обвивки нити  
микропроводом для исключения его разрыва  
при растяжении комплексной нити ..... 5

**Мещеряков А. В., Богачева С. Ю.,  
Федина Л. А.**  
Шпарутки ткацких машин ..... 10

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Корабельников А. Р., Букина С. В.,  
Ширяев К. Е.**  
Численное интегрирование  
уравнения движения машинного агрегата  
в установившемся режиме ..... 17

### ДИЗАЙН

**Галанин С. И., Лебедева Т. В.,  
Юсупов Дм. М., Юсупов Д. М.**  
Декоративное анодирование  
поверхности титана ..... 24

**Колупаев К. Н.**  
Декоративные покрытия и металлы  
в ювелирно-художественных изделиях ..... 31

**Галанин С. И., Сакина Ю. Е.**  
Формирование локальных декоративных  
золотых и родиевых покрытий  
стилогальваникой ..... 36

**Ковалева О. В., Бондаренко М. В.,  
Ланина А. А.**  
Создание объемно-пространственного  
орнамента для костюма ..... 43

**Казачкова О. А., Бойко Ю. А.,  
Лаптева М. О.**  
Использование природных материалов  
для создания рельефной глазурованной  
поверхности на изделиях  
из керамической массы ..... 49

## CONTENTS

### TEXTILE PRODUCTS TECHNOLOGIES AND MODERN MATERIALS

**Rudovsky P. N., Palochkin S. V.,  
Smirnova S. G., Fefelova T. L.**  
Justification of the step of wrapping the thread  
with a microwire to avoid its breaking when  
the complex thread is stretched ..... 5

**Meshcheryakov A. V., Bogacheva S. Yu.,  
Fedina L. A.**  
Temple of weaving machine ..... 10

### TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

**Korabelnikov A. R., Bukina S. V.,  
Shiryaev K. E.**  
Numerical integration  
of the equation of motion of a machine unit  
in steady condition ..... 17

### DESIGN

**Galanin S. I., Lebedeva T. V.,  
Yusupov Dm. M., Yusupov D. M.**  
Decorative anodising  
of titanium surface ..... 24

**Kolupaev K. N.**  
Decorative coatings and metals in jewellery  
and art products ..... 31

**Galanin S. I., Sakina Yu. E.**  
Formation of local decorative  
gold and rhodium coatings  
by stylogalvanisation ..... 36

**Kovaleva O. V., Bondarenko M. V.,  
Lanina A. A.**  
Creation of volume-spatial  
ornament for a costume ..... 43

**Kazachkova O. A., Boyko Y. A.,  
Lapteva M. O.**  
The use of natural materials  
to create a relief glazed surface  
on products  
of ceramic mass ..... 49

<b>Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н.</b> Становление и пути совершенствования непрерывного текстильного орнамента ..... 57	<b>Beschastnov N. P., Rybaulina I. V., Dergileva E. N.</b> Formation and ways of improvement of continuous textile ornament..... 57
<b>Лухманова М. Е., Рассадина С. П.</b> Анализ предметно-пространственной среды систем хранения в современных школах ..... 63	<b>Luchmanova M. E., Rassadina S. P.</b> Analysis of the subject-spatial environment storage systems in modern schools ..... 63
<b>ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ ..... 69</b>	<b>REQUIREMENTS TO REGISTRATION OF ARTICLE ..... 69</b>

# ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И СОВРЕМЕННЫЙ МАТЕРИАЛЫ

Научная статья

УДК 677.054.847.82

EDN VJUMGC

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-5-9

**Павел Николаевич Рудовский**<sup>1</sup>

**Сергей Владимирович Палочкин**<sup>2</sup>

**Светлана Геннадьевна Смирнова**<sup>3</sup>

**Татьяна Леонидовна Фефелова**<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

<sup>2</sup> Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, г. Москва, Россия

<sup>4</sup> Камышинский технологический институт (филиал Волгоградского государственного технического университета), г. Камышин, Россия

<sup>1</sup> pavel\_rudovsky@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8675-2910>

<sup>2</sup> palnigs@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-6192-0243>

<sup>3</sup> SW\_Smirnova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0029-497X>

<sup>4</sup> fefelova@kti.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3466-0010>

## ОБОСНОВАНИЕ ШАГА ОБВИВКИ НИТИ МИКРОПРОВОДОМ ДЛЯ ИСКЛЮЧЕНИЯ ЕГО РАЗРЫВА ПРИ РАСТЯЖЕНИИ КОМПЛЕКСНОЙ НИТИ

***Аннотация.** Установлено, что оборванные концы микропровода, входящего в состав ткани для защиты от электромагнитных излучений, вызывают раздражение на коже и не позволяют применять ткань для одежного ассортимента. Проведен теоретический анализ поведения обвивочного компонента при растяжении комплексной нити для двух предельных случаев. В первом случае рассмотрен стержневой компонент абсолютно гибкий, а во втором – стержневой компонент абсолютно жесткий. Получены значения критического угла обвивки, при котором относительные деформации стержневого компонента и обвивки равны. При углах обвивки, больших критического, обвивочный компонент будет разрываться позже стержневого, т. е. в ткани, полученной из пряжи с обвивкой, уложенной под углом больше критического, разрыв микропровода происходить не будет. Это позволит исключить выход оборванных концов микропровода на поверхность ткани и связанные с этим дефекты. Значение шага обвивки для практического применения лежит в диапазоне между рассчитанными для двух указанных предельных случаев и должно определяться экспериментально.*

***Ключевые слова:** комплексная нить, стержневой компонент, обвивочный компонент, угол обвивки, деформация обвивки, деформация компонентов, растяжение*

***Для цитирования:** Обоснование шага обвивки нити микропроводом для исключения его разрыва, при растяжении комплексной нити / П. Н. Рудовский, С. В. Палочкин, С. Г. Смирнова, Т. Л. Фефелова // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 5–9. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-5-9>.*

Original article

**Pavel N. Rudovsky**<sup>1</sup>

**Sergey V. Palochkin**<sup>2</sup>

**Svetlana G. Smirnova**<sup>3</sup>

**Tatyana L. Fefelova**<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

<sup>2</sup> Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Kamyshin Technological Institute (branch of Volgograd State Technical University), Kamyshin, Russia

---

© Рудовский П. Н., Палочкин С. В., Смирнова С. Г., Фефелова Т. Л., 2023

## JUSTIFICATION OF THE STEP OF WRAPPING THE THREAD WITH A MICROWIRE TO AVOID ITS BREAKING WHEN THE COMPLEX THREAD IS STRETCHED.

**Abstract.** It has been established that the broken ends of the microwire included in the fabric for protection against electromagnetic radiation cause irritation on the skin and do not allow the fabric to be used for clothing. A theoretical analysis of the behaviour of the upholstery component when stretching a filament thread is carried out for two limiting cases. The first – the rod component is absolutely flexible, the second – the rod component is absolutely rigid. The values of the critical angle of the wrapping, at which the relative deformations of the rod component and the wrapping are equal, are obtained. At wrapping angles greater than the critical value, the wrapping component will break later than the rod component. Those, in fabric made from yarn with a wrap laid at an angle greater than the critical one, microwire rupture will not occur. This will prevent the broken ends of the microwire from reaching the surface of the fabric and the associated defects. The value of the wrapping pitch for practical use lies in the range between those calculated for the two specified limiting cases and must be determined experimentally.

**Keywords:** complex thread, core component, wrapping component, wrapping angle, wrapping deformation, component deformation, expansion

**For citation:** Rudovsky P. N., Palochkin S. V., Smirnova S. G., Fefelova T. L. Justification of the step of wrapping the thread with a microwire to avoid its breaking when the complex thread is stretched. *Technologies & Quality*. 2023. No 4(62). P. 5–9. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-5-9>.

Для снижения негативного влияния на организм человека электромагнитного излучения предложена ткань [1], формируемая из комплексных нитей, одним из компонентов которой служит микропровод [2]. Основным компонентом таких нитей является хлопчатобумажная пряжа с линейной плотностью 50 текс. Для обеспечения надежного соединения таких разнородных компонентов, как х/б пряжа и микропровод, они обвиваются полиэфирной нитью 7,6 текс [3]. Микропровод представляет собой сердечник из ферромагнитного материала в стеклянной изоляции. Нить из такого материала имеет существенно меньшее разрывное удлинение по сравнению с хлопчатобумажной и тем более химическими нитями [4]. Это приводит к тому, что при растяжении комплексной нити в процессе ткачества или других технологических операций разрыв микропровода происходит при небольших деформациях, вполне допустимых для других ее компонентов. Концы оборванного микропровода выходят на поверхность ткани, делая ее непригодной для одежного ассортимента, так как жесткие острые концы микропровода вызывают раздражение на коже. Устранить это негативное явление можно за счет размещения микропровода на поверхности комплексной нити в виде обвивки, если выбрать шаг обвивки таким образом, чтобы при достижении основным компонентом разрывного удлинения обвивочный компонент полностью не распрямлялся и его разрыв наступал позже разрыва основного компонента.

Оценим шаг обвивки, при котором обвивочный компонент разрывается после разрыва стержневого компонента. Здесь возможны два предельных случая.

1. Основной (стержневой) компонент не имеет жесткости на изгиб, т. е. абсолютно гибкий. Схема деформации комплексной нити в этом случае показана на рис. 1.

Длина обвивочной нити на одном шаге обвивки

$$L = \sqrt{\pi^2 d^2 + t^2}, \quad (1)$$

где  $t$  – шаг обвивки;  
 $d$  – диаметр нити.

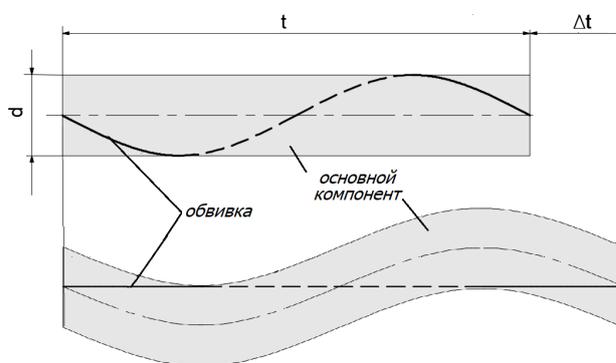


Рис. 1. Схема деформации комплексной нити с абсолютно гибким сердечником

Относительное удлинение нити до распрямления обвивочного компонента

$$\begin{aligned}\varepsilon_{\text{нит}} &= \frac{\sqrt{\pi^2 d^2 + t^2} - t}{t} = \\ &= \sqrt{\frac{\pi^2 d^2}{t^2} + 1} - 1.\end{aligned}\quad (2)$$

Если это относительное удлинение будет меньше разрывного относительного удлинения нити, то при дальнейшей деформации нити будет натягиваться сердечник вместе с обвивкой. Поскольку жесткость обвивки многократно превосходит жесткость сердечника, это приведет к обрыву обвивки. То есть для предотвращения преждевременного разрыва обвивки эта величина должна быть меньше относительного разрывного удлинения  $\varepsilon_{\text{нит.разр}}$ :

$$\varepsilon_{\text{нит}} \leq \varepsilon_{\text{нит.разр}}.\quad (3)$$

После подстановки (2) в (3) получим

$$\sqrt{\frac{\pi^2 d^2}{t^2} + 1} - 1 \leq \varepsilon_{\text{нит.разр}}.\quad (4)$$

Отсюда можно найти максимальный шаг обвивки, при котором обвивочный компонент будет разрываться первым:

$$t = \frac{\pi d}{\sqrt{(\varepsilon_{\text{нит.разр}} + 1)^2 - 1}}.\quad (5)$$

Разрывное удлинение хлопкового волокна составляет  $\varepsilon_{\text{нит.разр}} = 7 \dots 8 \%$ . Условный диаметр пряди  $d$ , мм можно рассчитать [5] по формуле

$$d = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}},\quad (6)$$

где  $T$  – линейная плотность пряди, текс;  
 $\delta$  – удельная плотность материала пряди,  
 $\delta = 0,4 \text{ мг/мм}^3$ .

На основании формулы (6) условный диаметр хлопчатобумажной пряди линейной плотностью 50 текс равен  $d = 0,4$  мм. Тогда максимальный шаг обвивки, при котором обвивочный компонент разорвется первым, будет  $t = 7,548$  мм, т. е. при обвивке, составляющей 133 кр./м.

2. Основной (стержневой) компонент абсолютно жесткий на изгиб. Схема деформации комплексной нити в этом случае показана на рис. 2.

Развертка витка показана на рис. 3.

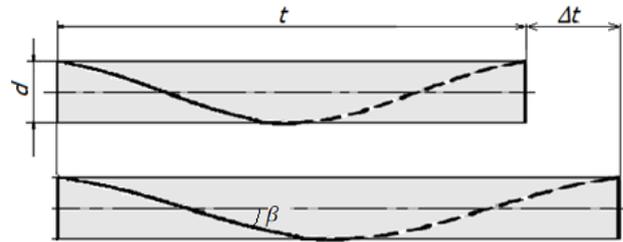


Рис. 2. Схема деформации комплексной нити с абсолютно жестким сердечником

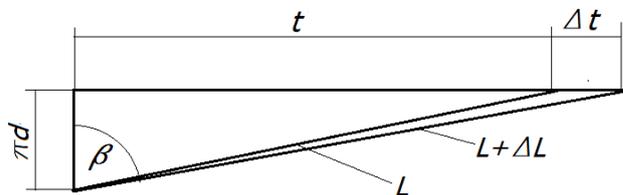


Рис. 3. Развертка витка обвивки

Из рис. 3 видно, что длина обвивки до деформации нити, приходящаяся на один шаг, определяется по формуле (1). После деформации эта длина будет

$$L + \Delta L = \sqrt{\pi^2 d^2 + (t + \Delta t)^2}.\quad (7)$$

Возведем обе части равенства в квадрат и после преобразований получим

$$L \Delta L = t \Delta t.\quad (8)$$

Или, учитывая, что  $\frac{t}{L} = \cos \beta$ ,

$$\Delta L = \Delta t \cos \beta.\quad (9)$$

Перейдем к относительным деформациям, учитывая, что

$$\Delta L = L \varepsilon_{\text{обв}}, \text{ а } \Delta t = t \varepsilon_{\text{серд}},\quad (10)$$

где  $\varepsilon_{\text{обв}}$ ,  $\varepsilon_{\text{серд}}$  – относительные деформации, соответственно, обвивки и сердечника.

Подставляя (10) в (9), получим

$$\varepsilon_{\text{обв}} = \frac{t}{L} \varepsilon_{\text{серд}} \cos \beta$$

или

$$\varepsilon_{\text{обв}} = \varepsilon_{\text{серд}} \cos^2 \beta. \quad (11)$$

Отсюда можно определить угол обвивки

$$\beta = \arccos \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{обв}}}{\varepsilon_{\text{серд}}}}. \quad (12)$$

Если вместо соответствующих относительных деформаций подставить их значения в момент разрыва, то мы получим критические значения угла обвивки, при котором разрыв обвивки и сердечника будут происходить одновременно:

$$\beta_k = \arccos \sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{обв.разр}}}{\varepsilon_{\text{серд.разр}}}}. \quad (13)$$

Принимая разрывное удлинение хлопкового волокна  $\varepsilon_{\text{нит.разр}} = 7...8\%$ , а микропровода  $\varepsilon_{\text{обв.разр}} = 2\%$ , получим критическое значение угла  $\beta_k = 57,6^\circ$ . При углах обвивки больше критического обвивочный компонент будет разрываться позже стержневого.

Зная угол обвивки и диаметр пряжи, можно рассчитать шаг обвивки и крутку обвивочного компонента. Для хлопчатобумажной пряжи они составляют  $t = 1,99$  мм и  $K = 500$  кр./м.

В ткани, полученной из пряжи с обвивкой, которая уложена под углом  $\beta > \beta_k$ , разрыв мик-

ропровода происходить не будет. Это позволит исключить выход оборванных концов микропровода на поверхность ткани и связанные с этим дефекты.

Значения крутки, полученные в предположении абсолютной гибкости и абсолютной жесткости сердечника, являются предельными случаями. Очевидно, что реальное значение критического угла  $\beta_k$  расположено между двумя этими значениями. Для расчета критического угла в реальных условиях необходимо знать жесткость стержневого компонента на изгиб [6], которая зависит от целого ряда трудно учитываемых параметров: жесткости на изгиб волокна, линейной плотности волокна, штапельной диаграммы, крутки стержневого компонента и др. Поэтому определение критического значения угла обвивки целесообразно проводить экспериментально.

## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что оборванные концы микропровода, входящего в состав ткани для защиты от электромагнитных излучений, вызывают раздражение на коже и не позволяют применять ткань для одежного ассортимента.

2. Получены значения максимального шага обвивки, при котором разрыв обвивочного компонента наступает позже разрыва стержневой нити, для двух предельных случаев жесткости стержневой нити на изгиб: для абсолютно гибкой и абсолютно жесткой нити.

3. Значение шага обвивки для практического применения лежит в указанном диапазоне и должно определяться экспериментально.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Патент РФ № 2411315. Ткань для защиты от электромагнитных излучений : D03D 15/00, B82B 1/0  
Опубликовано: 10.02.2011 Бюл. № 4 / Грищенко В. А., Владимиров Д. Н., Фукина В. А., Хандогина Е. Н., Шаповалова Е. И.
2. Фукина О. В., Хейло С. В. Разработка нитей для производства защитных тканей от электромагнитных излучений // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2019. № 3. С. 75–79.
3. Анализ текстильных материалов, используемых для защиты от электромагнитного излучения / Т. Л. Фефелова, Л. Б. Трифонова, Г. Г. Сокова, С. Ю. Бойко // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 30–33.
4. Комбинированные нити с ферромагнитным стержнем, их структура и перспективы использования / С. Ю. Бойко, Т. Л. Фефелова, Л. Б. Трифонова, Г. Г. Сокова, П. Н. Рудовский // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 30–35.
5. Кукин Г. Н., Соловьев А. Н. Текстильное материаловедение. Ч. 2. М. : Легкая индустрия, 1964. 380 с.
6. Палочкин С. В. Технология формирования и переработки некрученной обвитой льняной ровницы. М. : МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2002. 212 с.

## REFERENCES

1. Grishchenkova V. A., Vladimirov D. N., Fukina V. A., Khandogina E. N., Shapovalova E. I. Fabric for protection against electromagnetic radiation. Pat. RU 2411315, D03D 15/00, B82B 1/0 Published: 02/10/2011 Bulletin No. 4 (In Russ.)
2. Fukina O. V., Kheylo S. V. Development of thread for the electromagnetic radiation protection fabrics. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2019;53:75–79. (In Russ.)
3. Fefelova T. L., Trifonova L. B., Sokova G. G., Boyko S. Yu. Analysis of textile materials used for protection against electromagnetic radiation. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2022;3(57):30–33. (In Russ.)
4. Boyko S. Yu., Fefelova T. L., Trifonova L. B., Sokova G. G., Rudovsky P. N. Combined filaments with a ferromagnetic rod, their structure and prospects for use. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2023;2(60):30–35. (In Russ.)
5. Kukin G. N., Solov'ev A. N. Textile materials science. Part 2. Moscow, Legkaya industriya Publ., 1964. 380 p. (In Russ.)
6. Palochkin S. V. Technology of formation and processing of untwisted wrapped linen roving. Moscow, Kosygin Rus. St. Univ. Publ., 2002. 212 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 20.10.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК 677.054.7(088.8)

EDN FCCVWL

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-10-16

Александр Викторович Мещеряков<sup>1</sup>

Светлана Юрьевна Богачева<sup>2</sup>

Любовь Александровна Федина<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия

<sup>1</sup> meshheryakov-av@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1655-4027>

<sup>2</sup> bogacheva-su@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2854-3213>

<sup>3</sup> fedina-la@rguk.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8925-0471>

## ШПАРУТКИ ТКАЦКИХ МАШИН

**Аннотация.** Статья посвящена проблеме вытяжки краев ткани при формировании и вопросу ее уменьшения за счет конструкторских решений. В статье рассмотрены три конструкции разработанных шпартук ткацких машин с горизонтальными рабочими органами, выполненными в виде дисков с рядами игл на боковых поверхностях. Диски располагаются под тканью по ходу ее движения и сделаны составными из трех колец. Каждое кольцо несет один ряд игл. Сверху шпартуки закрываются крышками с направляющими ткани на нижней стороне. Губки корпуса, боковые поверхности дисков и направляющие крышек имеют одинаковый профиль, что улучшает удержание кромки ткани. Опоры-направляющие корпуса и ограничители крышки удерживают ткань вне шпартуки в горизонтальном положении. Предлагаемые шпартуки для ткацких машин позволяют повысить равномерность свойств ткани по ширине.

**Ключевые слова:** ткань, ткацкая машина, кромка ткани, шпартука, корпус, крышка, кольцо, диск, игла

**Для цитирования:** Мещеряков А. В., Богачева С. Ю., Федина Л. А. Шпартуки ткацких машин // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 10–16. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-10-16>.

Aleksandr V. Meshcheryakov<sup>1</sup>

Svetlana Yu. Bogacheva<sup>2</sup>

Lyubov A. Fedina<sup>3</sup>

Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

## TEMPLE OF WEAVING MACHINE

**Abstract.** The article considers three designs of weaving machines with horizontal working bodies made in the form of disks with rows of needles on the side surfaces. The discs are located under the fabric in the course of its movement and are made up of three rings. Each ring carries one row of needles. From above, the cribs are closed with lids with fabric guides on the underside. The body sponges, the side surfaces of the discs and the lid guides have the same profile, which improves the retention of the fabric edge. The support guides of the housing and the lid limiters keep the fabric out of the crib in a horizontal position. The proposed temples for weaving machines allow increasing the uniformity of the properties of the fabric in width.

**Keywords:** fabric, fabric selvedge, temple, body, cover, ring, disk, needle

**For citation:** Meshcheryakov A. V., Bogacheva S. Yu., Fedina L. A. Temple of weaving machine. Technologies & Quality. 2023. No 4(62). P. 10–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-10-16>.

Формирование ткани сопровождается уменьшением ее размеров вдоль основных и уточных нитей, что связано с переплетением основных и уточных нитей [1]. Уменьшение ширины ткани по сравнению с шириной проборки основных нитей через бердо ведет к увеличению сил трения основных нитей в краях ткани о зубья берда, воздействию последних на основные нити при прибое уточной нити. Для сохранения ширины ткани на уровне проборки основных нитей через бердо по краям ткани устанавливаются шпарутки. Сейчас на ткацких машинах чаще устанавливаются кольцевые шпарутки с горизонтальной осью колец [2, 3, 4]. На рис. 1 представлена схема прохождения ткани через кольцевую шпарутку.

При тканеобразовании часть ткани, движущаяся через шпарутку (далее – край), и часть ткани, движущаясь вне шпарутки (далее – основной фон), проходят разный путь. Поэтому в краях ткани натяжение нитей основы больше, чем в основном фоне [5]. Это ведет к дополнительной деформации краев и, как следствие, к их вытяжке. На рисунках часть ткани, испытывающая дополнительную деформацию при прохождении шпарутки, выделена серым фоном. У некоторых артикулов ткани это приводит к волнистости краев.

Изучение патентной, научно-технической [6–9] и рекламной литературы показывает, что уменьшить или исключить дополнительную вытяжку краев ткани, возникающую за счет взаимодействия со шпаруткой, возможно за счет следующих конструкторских решений:

- используя шпарутки, которые изменяют плоскость только кромки, и дополнительная

деформация происходит только этой части ткани. Это, например, шпарутки модели PIC-073 [10] или DOR-085 (conferschon) [11] фирмы HUZIKER;

- применяя шпарутки, которые не изменяют плоскости ткани в процессе тканеформирования [12–14], и все ее части находятся в одинаковых условиях;
- размещая между крайними кольцами левой и правой шпаруток дополнительную деталь, которая заставляет ткань на всей ширине проходить при изготовлении одинаковый путь [15].

На рис. 2 представлена конструкция шпарутки с вертикальной осью рабочего органа по авторскому свидетельству SU 874794 [16]. Она состоит из плоского корпуса 1 с организованным в нем внутренним пространством 2, в котором вертикально установлена ось 3. На оси свободно вращается диск 4 с несколькими рядами игл 5. Передняя и боковая поверхности корпуса выполнены профилированными. Сверху корпус закрывается крышкой 6. На нижней стороне крышки сделаны передняя 7 и задняя 8 направляющие. На концах, обращенных к кромкам ткани, направляющие имеют вертикальные удлинения 7а и 8а, нижние поверхности которых профилированы. При работе ткацкой машины ткань из зоны формирования подается на переднюю направляющую крышки, удлиненная часть которой загибается и направляет кромку на переднюю губку 9 корпуса. Пройдя ее, кромка попадает на боковую поверхность диска 4, захватывается рядами игл 5 и удерживается последними на диске.

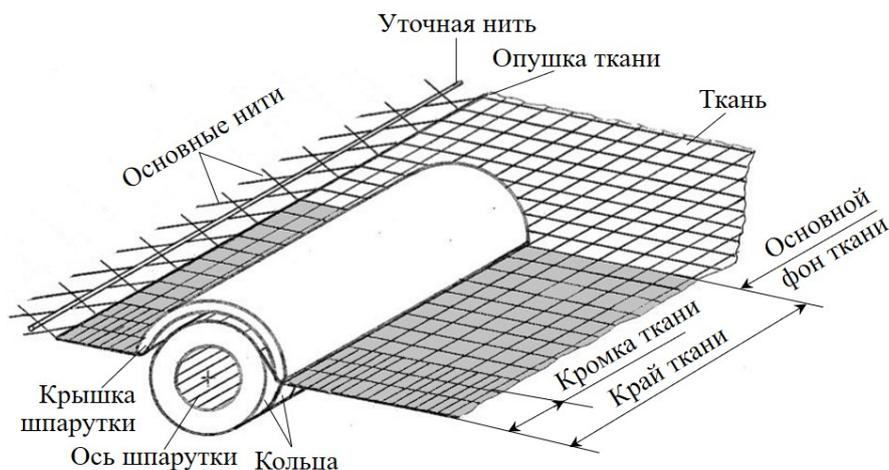
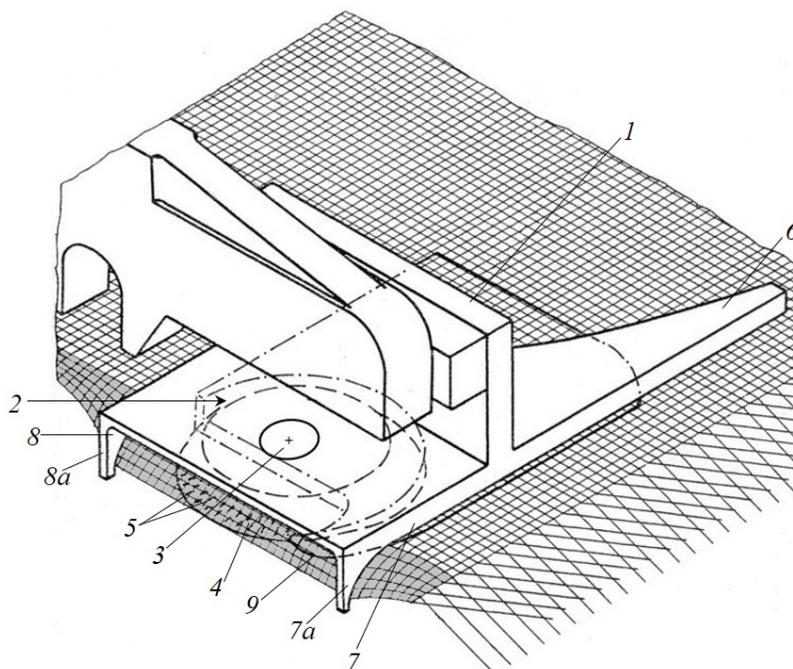


Рис. 1. Схема прохождения ткани через кольцевую шпарутку



**Рис. 2. Конструкция шпарутки по а. с. SU 874794:**

1 – корпус; 2 – внутреннее пространство корпуса; 3 – ось; 4 – диск; 5 – ряды игл; 6 – крышка; 7, 8 – передняя и задняя направляющие; 7а, 8а – вертикальные удлинения передней и задней направляющих; 9 – передняя губка корпуса

При вращении диска ткань растягивается в направлении уточных нитей и сохраняет ширину проборки основных нитей через бердо. Сойдя с диска, кромка движется через заднюю направляющую 8 крышки, пройдя которую под действием сил упругости принимает положение основного фона ткани и движется к груднице. Анализ работы предлагаемой конструкции шпарутки показывает, что при ее использовании только кромка проходит больший путь, чем основной фон. Кромка при дальнейшей переработке ткани идет в отходы и ее свойства на качество готовой продукции не влияют. Опытная эксплуатация рассмотренной конструкции шпарутки на ткацкой машине СТБ дала положительные результаты. В ходе эксперимента изготавливались шелковые ткани.

Изменение плоскостей ткани и нитей основы в зоне кромки у рассмотренной шпарутки может влиять на условия прокладывания уточной нити. Поэтому для расширения возможности использования шпаруток данного типа на ткацких машинах с разными способами прокладывания уточных нитей и улучшения условий удержания ткани на шпарутке в ее конструкцию внесены изменения [17]. На корпусе 1 (рис. 3) сделаны передняя 10 и задняя 11 опоры-направляющие, не дающие ткани смещаться вниз.

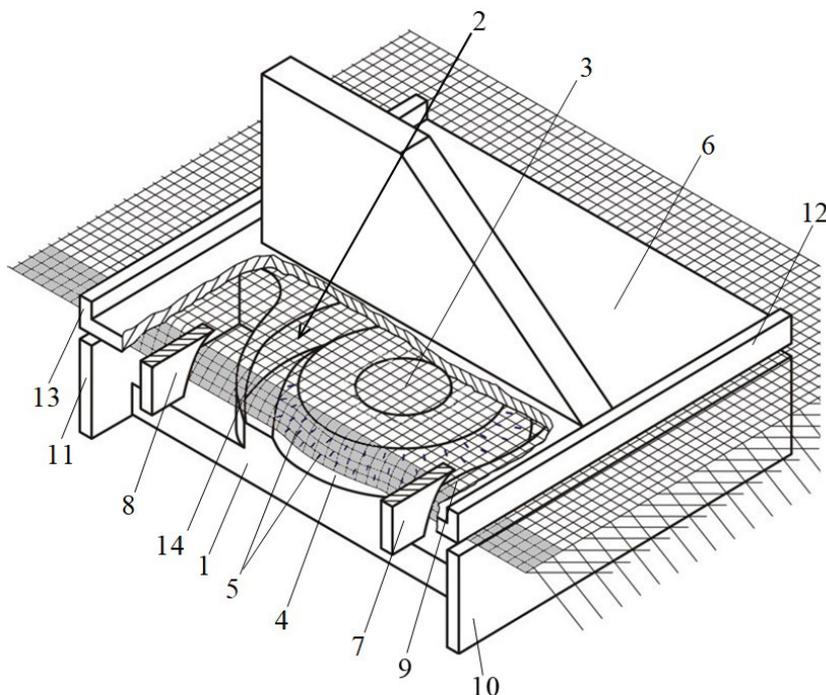
На крышке 6 установлены передний 12 и задний 13 ограничители, которые фиксируют

ткань от смещения вверх. При работе ткацкой машины ткань из зоны формирования подается в пространство между корпусом и крышкой шпарутки. Передние и задние опоры – направляющие корпуса и ограничители крышки фиксируют край ткани в горизонтальном положении, не давая плоскости ткани искажаться вне шпарутки. Дополнительно направляющие корпуса и ограничители крышки улучшают условия удержания кромки ткани на иглах 5 диска 4 при работе уточной нити. Для улучшения удержания кромки на диске у корпуса сделана задняя губка 14. Установка опор-направляющих у корпуса и ограничителей у крышки позволяет гарантированно выдерживать плоскость ткани вне шпарутки, что улучшает условия прокладки уточной нити и возвращение кромки к положению основного фона ткани. В остальном данная конструкция шпарутки работает, как рассмотренная выше.

Представленные на рис. 2, 3 шпарутки хорошо работают при производстве тканей средней и малой плотности. Для тканей большой плотности разработана конструкция шпарутки [18] (рис. 4). Она содержит корпус 1, крышку 6 и средство захвата и удержания кромки ткани, расположенное во внутреннем пространстве 2 корпуса. Средство захвата и удержания кромки ткани образовано размещенными по ходу движения ткани передним 4а, средним 4б и задним

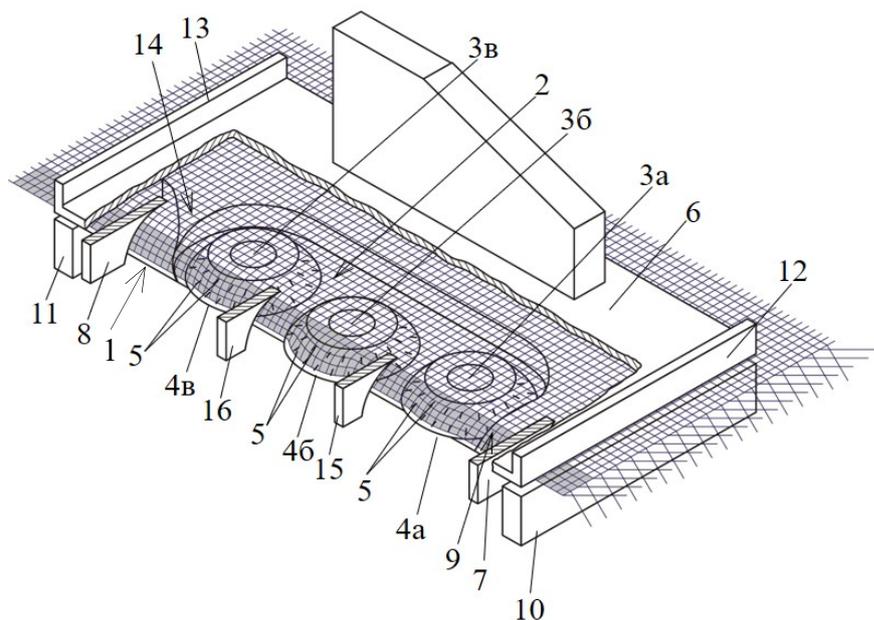
4в дисками с несколькими рядами игл 5 на каждом из них. Диски свободно вращаются на вертикальных осях 3а, 3б, 3в относительно корпуса. Средний диск смещен в сторону кромки ткани относительно переднего и заднего дисков.

Средний диск имеет возможности регулировать свое положение относительно переднего и заднего дисков. На нижней стороне крышки дополнительно сделаны две промежуточные направляющие 15 и 16.



**Рис. 3. Конструкция шпарутки по патенту RU 185007U1:**

1 – корпус; 2 – внутреннее пространство корпуса; 3 – ось; 4 – диск; 5 – иглы; 6 – крышка; 7 – передняя направляющая крышки; 8 – задняя направляющая крышки; 9 – передняя губка корпуса; 10, 11 – передняя и задняя опоры-направляющие корпуса; 12, 13 – передний и задний ограничители; 14 – задняя губка корпуса



**Рис. 4. Конструкция шпарутки по патенту RU 196097U1:**

1 – корпус; 2 – внутреннее пространство корпуса; 3а, 3б, 3в – оси; 4а, 4б, 4в – передний, средний и задний диски; 5 – ряды игл; 6 – крышка; 7 – передняя направляющая крышки; 8 – задняя направляющая крышки; 9 – передняя губка корпуса; 10, 11 – передняя и задняя опора-направляющая корпуса; 12, 13 – передний и задний ограничители крышки; 14 – задняя губка корпуса; 15, 16 – первая и вторая промежуточные направляющие крышки

При работе ткацкой машины ткань из зоны формирования поступает в пространство между передними опорой-направляющей 10 корпуса и ограничителем 12 крышки, которые удерживают ее в горизонтальном положении. Нижняя поверхность передней направляющей 7 крышки отклоняет кромку ткани вниз и направляет ее на внешнюю поверхность передней губки 9 корпуса. Сойдя с внешней поверхности передней губки, кромка попадает на боковую поверхность переднего диска и захватывается рядами его игл. При вращении переднего диска ткань растягивается вдоль уточных нитей и сохраняет заправочную ширину по берду. После боковой поверхности переднего диска кромка проходит на нижнюю поверхность первой промежуточной направляющей 15. Дальше она поступает на боковую поверхность среднего диска и захватывается рядами его игл. Средний диск дополнительно растягивает ткань вдоль уточных нитей. Сойдя со среднего диска, кромка попадает на нижнюю поверхность второй промежуточной направляющей 16. После нее кромка поступает на боковую поверхность заднего диска и захватывается рядами его игл. Сойдя с него, кромка попадает на внешнюю поверхность задней губки 14 корпуса, а затем на нижнюю поверхность задней направляющей 8 крышки. Задний диск позволяет ткани плавно перейти от растяжения к обычному состоянию. Дальше кромка через задние опоры-направляющую 11 корпуса и ограничитель 13 крышки, которые возвращают ее в горизонтальное положение, выходит из зоны работы шпартутки и движется к груднице.

Использование трех дисков 4а, 4б, 4в в средстве захвата и удержания кромки: позво-

ляет увеличить длину кромки, удерживаемой шпартуткой, тем самым повысив надежность удержания последней; создает лучшие условия возврата ткани к ее рабочей ширине после прохождения шпартутки; смещение среднего диска в сторону кромки относительно переднего и заднего дисков улучшает удержание кромки шпартуткой и процесс растягивания ткани вдоль уточных нитей.

Боковые поверхности дисков рассмотренных шпартуток [16–18] изготавливаются полыми, поэтому линейные скорости разных рядов игл дисков будут сильно отличаться друг от друга. Это может приводить к ухудшению свойств ткани в месте ее контакта с иглами. Предлагается изготавливать диски наборными, состоящими из нескольких колец. Каждое кольцо несет только один ряд игл, поэтому линейная скорость игл каждого ряда будет равна скорости ткани. Боковые поверхности всех колец, составляющих диск, образованы одной кривой. Иглы на кольцах предлагается устанавливать не параллельно их торцевым поверхностям, а под углом. Это улучшит удержание кромки ткани. Во всех конструкциях шпартуток поверхности деталей, контактирующих с кромкой ткани, имеют одинаковый профиль.

#### ВЫВОДЫ

Использование предлагаемых шпартуток для ткацких машин позволяет сократить протяженность зоны воздействия шпартутки на ткань до ширины ее кромки. Это сокращает протяженность зоны дополнительной вытяжки и прокола иглами краев ткани, что позволит улучшить физико-механические характеристики и потребительские свойства ткани.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Николаев С. Д., Рыбаулина И. В., Боровков В. В. Проектирование технологического процесса ткачества. М., 2015. 147 с.
2. ГОСТ 50074–92. Машины ткацкие. Шпартуточные валики. М. : Госстандарт России, 1993. 5 с.
3. Temples. ITE-001. Проспект фирмы HUNZIKER, серия ИТЕМА: Rapier, Airjet, 2019.
4. Temples. PIC-066. Проспект фирмы HUNZIKER, серия PИCANOL: Airjet, 2019.
5. Шутовская В. А., Мещеряков А. В. Роликовая шпартутка с вертикальной осью игольчатого кольца // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2018) : сборник материалов Междунар. науч. студ. конф., апрель, 2018 г. М : Рос. гос. ун-т им. А. Н. Косыгина, 2018. С. 48–50.
6. Букина С. В. Методика расчета величины и распределения нагрузки по иглам кольцевой шпартутки // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2012. № 4(340). С. 141–143.
7. Букина С. В. Экспериментальное определение наилучшего сочетания материалов узла «кольцо – подколечник» для повышения надежности работы шпартуточных устройств ткацких станков // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2009. № 21. С. 110–113.

8. Букина С. В., Феофанов Н. В. Определение количества колец и углов их наклона у дифференциальной шпарутки // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2002. № 5. С. 71–73.
9. Букина С. В. Экспериментальные исследования распределения нагрузки на шпаруточные кольца // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2001. № 3. С. 45–47.
10. Temples. PIC-073. Проспект фирмы HUNZIKER, серия PICANOL: Airjet, 2019.
11. Temples. DOR-085. Проспект фирмы HUNZIKER, серия DORNIER: Airjet, Rapier, 2019.
12. А. с. 986986 А1 СССР, МКИЗ D 03 J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / И. А. Мартынов, А. В. Мещеряков и др. (СССР). №3252934/28-12; заявл. 27.02.81; Опубл. 09.01.83, Бюл. № 1.
13. Пат. JPHO 4263652 Япония, МПК5 D03J 1/22, D06C 3/02. Шпарутка гусеничного типа / Fujisawa Takashi (Япония); заявитель и патентообладатель Youshi Kougiyouk / № JP 19910043976 19910218; приоритет от 18.09.1992.
14. А. с. 1747564 СССР, МКИЗ D 03 J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / С. А. Сурков, Е. Н. Бакулин (СССР). № 4850216/12; заявл. 11.07.90; опубл. 15.07.92, Бюл. № 26.
15. Пат. 2215073 Российская Федерация, МПК7 D 03 J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / Конов А. Н. и др.; заявитель и патентообладатель Ивановская текстильная академия. № 2002102337/12; заявл. 12.25.2002; опубл. 27.10.2003. Бюл. № 29.
16. А. с. 185007 СССР, МКИЗ D03J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / Сурков Б. А., Мещеряков А. В. и др. (СССР). № 2860391/28-12; заявл. 28.12.79; опубл. 23.10.81, Бюл. № 39.
17. Пат. 185007 Российская Федерация, МПК7 D 03 J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / Мартынов И. А., Мещеряков А. В., Григорьев А. В., Григорьев В. А.; заявитель и патентообладатель Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). № 2017142346; заявл. 05.12.2017; опубл. 16.11.2018, Бюл. № 32.
18. Пат. 196097 Российская Федерация, МПК7 D 03 J 1/22. Шпарутка ткацкого станка / Мещеряков А. В., Григорьев А. В., Григорьев В. А.; заявитель и патентообладатель Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). № 2019136829; заявл. 18.11.2019; опубл. 17.02.2020, Бюл. № 5.

## REFERENCES

1. Nikolaev S. D., Rybaulina I. V., Borovkov V. V. Weaving process design. Moscow, 2015. 147 p. (In Russ.)
2. State Standard 50074–92. Weaving machines. Scraper rollers, Moscow, Standardinform, 1993. 5 p. (In Russ.)
3. Temples. ITE-001. HUNZIKER brochure, ITEMA series: Rapier, Airjet, 2019.
4. Temples. PIC-066. HUNZIKER brochure, PICANOL series: Airjet, 2019.
5. Shutovskaya V. A., Meshcheryakov A. V. Innovative development of the light and textile industry (INTEKS-2018). April, 2021. Moscow, Kosygin Rus. St. Univ. Publ., 2018. P. 48–50 (In Russ.)
6. Bukina S. V. Methodology for calculating the magnitude and distribution of load along the needles of a ring rope\*. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2012;4:141–143.
7. Bukina S. V. Experimental determination of the best combination of materials for the “ring – under the ringlet” unit to improve the reliability of the operation of weaving looms’ cording devices. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2009;21:110–113.
8. Bukina S. V., Feofanov N. V. Determination of the number of rings and their angles of inclination for a differential rope. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2002;5:71–73.
9. Bukina S. V. Experimental studies of load distribution on rope rings. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2001;3:45–47.
10. Temples. PIC-073. HUNZIKER brochure, PICANOL series: Airjet, 2019.
11. Temples. DOR-085. HUNZIKER brochure, DORNIER series: Airjet, Rapier, 2019.
12. Martynov I. A., Surkov B. A., Meshcheryakov A. V., Kornev B. I., Lyapin M. E., Kutepov S. A., Persianinov I. I., Furtak I. V. Temple of weaving machine. A. s. 986986 USSR, 1983 (In Russ.)
13. Fujisawa Takashi. Caterpillar type Temple. Pat. JPHO No 4263652 Japan, 1992.
14. Surkov S. A., Bakulin E. N. Temple of weaving machine. A. s. 1747564 USSR, 1992 (In Russ.)

15. Konov A. N., Sinicyn V. A., Sinicya I. V., Konov N. A., Sinicyn A. V. Temple of weaving machine, Pat. 2215073 2 Russian Federation, 2003 (In Russ.)
16. Surkov B. A., Meshheryakov A. V., Kornev B. I., Lyapin M. E., Persiyaninov I. I., Kutepov S. A. Temple of weaving machine. A. s. 185007 USSR, 1981. (In Russ.)
17. Martynov I. A., Meshheryakov A. V., Grigoriev A. V., Grigoriev V. A. Temple of weaving machine. Pat. 185007 Russian Federation, 2018. (In Russ.)
18. Meshheryakov A. V., Grigoriev A. V., Grigoriev V. A. Temple of weaving machine. Pat. 196097 Russian Federation, 2020. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 3.10.2023

Принята к публикации 22.11.2023

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Научная статья

УДК 62-5

EDN NXIFBW

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-17-23

Андрей Ростиславович Корабельников<sup>1</sup>

Светлана Васильевна Букина<sup>2</sup>

Кирилл Евгеньевич Ширяев<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup> prostokar@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4546-7515>

<sup>2</sup> tmmbukina@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2137-7304>

<sup>3</sup> shiryayev4@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5495-6820>

## ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ МАШИННОГО АГРЕГАТА В УСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ

**Аннотация.** В настоящей статье сделана попытка рассмотреть вопрос интегрирования уравнения движения машинного агрегата в общем виде. Приводится вывод аналитических зависимостей, характеризующих механику установившегося движения машинного агрегата. При численном интегрировании дифференциального уравнения движения использован метод последовательных приближений. При определении работы момента сил сопротивления интегрирование проведено для двух случаев – в функции обобщенной координаты и угловой скорости, а также от обобщенной координаты и времени. Определено уравнение механической характеристики электродвигателя исследуемого интервала и значения кинетической энергии звена приведения с точностью второго порядка малости. Последовательно уточняя значение угловой скорости, ее можно вычислить с любой требуемой степенью точности, что позволит более точно рассчитать детали и узлы рычажного механизма на виброустойчивость и снизить напряженность технологического процесса.

**Ключевые слова:** уравнение движения, машинный агрегат, установившееся движение, интегрирование дифференциального уравнения, обобщенная координата, угловая скорость, механические характеристики электродвигателя

**Для цитирования:** Корабельников А. Р., Букина С. В., Ширяев К. Е. Численное интегрирование уравнения движения машинного агрегата в установившемся режиме // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 17–23. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-17-23>.

Andrey R. Korabelnikov<sup>1</sup>

Svetlana V. Bukina<sup>2</sup>

Kirill E. Shiryayev<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

## NUMERICAL INTEGRATION OF THE EQUATION OF MOTION OF A MACHINE UNIT IN STEADY CONDITION

**Abstract.** In this article, an attempt is made to consider the question of integrating the equation of motion of a machine unit in a general form. The conclusion of analytical dependencies characterising the mechanics of the steady motion of the machine unit is given. The numerical integration of the differential equation of motion uses the method of successive approximations. When determining the operation of the moment of the resistance forces, integration was carried out for two cases – as a function of the generalised coordinate and angular velocity, as well as from the generalised coordinate and time. The equation of the mechanical characteristics of the electric motor of the studied interval and the kinetic energy values of the reduction link with the accuracy of the second order of smallness is determined. By consistently specifying the value of the

© Корабельников А. Р., Букина С. В., Ширяев К. Е., 2023

angular velocity, it can be calculated with any required degree of accuracy, which will allow more accurately calculating the details and components of the lever mechanism for vibration resistance and reducing the intensity of the technological process.

**Keywords:** equation of motion, machine unit, steady motion, integration of differential equation, generalised coordinate, angular velocity, electric motor's mechanical characteristics

**For citation:** Korabelnikov A. R., Bukina S. V., Shiryaev K. E. Numerical integration of the equation of motion of a machine unit in steady condition. Technologies & Quality. 2023. No 4(62). P. 17–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-17-23>.

Для достижения устойчивости работы машинного агрегата (МА) при расчете любого рычажного механизма требуется вычисление ряда зависимостей, характеризующих механику его установившегося движения. Некоторые методы динамического анализа представлены в работах [1–4], вопросы динамического исследования отдельных механизмов изложены в работе [5].

В общем случае приведенные моменты сил сопротивления технологических машин-автоматов являются функциями обобщенной координаты  $\varphi$ , ее первой производной –  $\dot{\varphi} = \omega$  и времени  $t$  [6].

В промышленности широко распространены технологические машины-автоматы, приведенный момент сопротивления которых зависит от обобщенной координаты и угловой скорости, а также от обобщенной координаты и времени. Вопросы интегрирования уравнения движения машинного агрегата таких машин в литературе освещен слабо.

В настоящей статье сделана попытка рассмотреть вышепоставленный вопрос в общем виде.

При численном интегрировании дифференциального уравнения движения машинного агрегата [6] значения угловой скорости звена привода  $\omega$  будем вычислять последовательно, переходя от  $i$  к  $(i + 1)$ .

Для вывода соответствующих формул воспользуемся полученными [7] зависимостями:

$$\frac{2\Delta\omega}{\omega_i} = \frac{\Delta E}{E_i} + \ln I_{\text{пр}i} - \ln I_{\text{пр}(i+1)}; \quad (1)$$

$$\begin{aligned} 2 \ln(\omega_{i+1} + \Delta\omega^*) &= \\ &= \ln(E_{i+1} + \Delta E^*) - \ln I_{\text{пр}(i+1)} + \ln 2. \end{aligned} \quad (2)$$

Выполнив известные преобразования [7], уравнение (2) представим в виде

$$\frac{2\Delta\omega^*}{\omega_{i+1}} = \frac{\Delta E^*}{E_{i+1}} + \ln E_{i+1} - \ln \frac{I_{\text{пр}(i+1)}\omega_{i+1}^2}{2}, \quad (3)$$

где  $\Delta\omega$ ,  $\Delta\omega^*$  и  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*$  – приращение угловой скорости и кинетической энергии при приращении угла поворота звена привода –  $\Delta\varphi$  первого и второго порядка малости соответственно;

$\omega_i$ ,  $\omega_{i+1}$ ,  $E_i$ ,  $E_{i+1}$ ,  $I_{\text{пр}i}$ ,  $I_{\text{пр}(i+1)}$  – значения угловой скорости, кинетической энергии и приведенного момента инерции на углах поворота звена привода  $\varphi_i$ ,  $\varphi_{i+1}$  соответственно.

В уравнении (3) в выражении  $\ln E_{i+1}$  значение кинетической энергии  $E_{i+1}$  определяется по уравнению живых сил:

$$E_{i+1} = E_i + \Delta A_{\text{д}} - \Delta A_{\text{с}}, \quad (4)$$

где  $\Delta A_{\text{д}}$ ,  $\Delta A_{\text{с}}$  – работа сил движущих и сопротивления при приращении угла  $\Delta\varphi$ .

Считая момент сопротивления  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(\varphi)$  известным, его работу  $A_{\text{с}}(\varphi) = \int M_{\text{с}} d\varphi$  определяем интегрированием кривой  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(\varphi)$ .

Работу движущей силы  $M_{\text{д}} = M_{\text{д}}(\omega)$  так же, как и работу сил сопротивления  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(\omega)$  и  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(t)$  в интервале  $[\varphi_i, \varphi_{i+1}]$ , будем определять приближенно, заменив приращение площадей, ограниченных кривыми  $M_{\text{д}} = M_{\text{д}}(\omega)$ ,  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(\omega)$  и  $M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(t)$ , площадями трапеций

$$dA = \int_{\varphi_i}^{\varphi_{i+1}} M d\varphi \approx \frac{M_i + M_{i+1}}{2} d\varphi. \quad (5)$$

Механическую характеристику асинхронного электродвигателя выразим линейным уравнением [8]

$$M_{\text{д}} = M_{\text{д}}(\omega) = a - b\omega. \quad (6)$$

1. Интегрирование при

$$M_{\text{д}} = M_{\text{д}}(\omega),$$

$$M_{\text{с}} = M_{\text{с}}(\varphi) + M_{\text{с}}(\omega),$$

и  $I_{пр} = I_{пр}(\varphi) \neq \text{const}$ .

Пусть зависимость  $M_c = M_c(\omega)$  задана аналитически или в виде графика (рис.).

На угле поворота звена привода  $\varphi_i$  значение угловой скорости будем считать известной, а следовательно, известно и значение момента сил сопротивления. Зависимость  $M_c = M_c(\omega)$  на исследуемом интервале представим линейной функцией.

Для этого в точке с известными координатами  $M_i, \omega_i$  (см. рис. 1) проводим касательную, определяем угол  $\alpha_i$  (между касательной и положительным направлением оси абсцисс) и  $\text{tg}\alpha_i = k$ .

В координатах  $M, \omega$  определяем уравнение прямой, проходящей через точку  $M_i, \omega_i$  и имеющей направление, тангенс угла которого равен  $k$  [9]:

$$\begin{aligned} M - M_i &= k(\omega - \omega_i); \\ M_c &= M_c(\omega) = l - k\omega, \end{aligned} \tag{7}$$

где  $l = M_i - k\omega_i$ .

Аналогично для исследуемого интервала может быть определено и уравнение механической характеристики электродвигателя.

При приращении угла поворота звена привода  $\Delta\varphi$  приращение кинетической энергии  $\Delta E$  очевидно будет равно

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta A_d(\omega) - \Delta A_c(\varphi) - \Delta A_c(\omega) = \\ &= \frac{a - b\omega_i + a - b\omega_{i+1}}{2} \Delta\varphi - \\ &- \Delta A_c(\varphi) - \frac{l - k\omega_i + l - k\omega_{i+1}}{2} \Delta\varphi. \end{aligned}$$

Заменив  $\omega_{i+1} = \omega_i + \Delta\omega$ , получим

$$\begin{aligned} \Delta E &= \Delta A_d(\omega_i) - \Delta A_c(\varphi) - \\ &- \Delta A_c(\omega_i) + (k - b) \frac{\Delta\varphi}{2} \Delta\omega. \end{aligned} \tag{8}$$

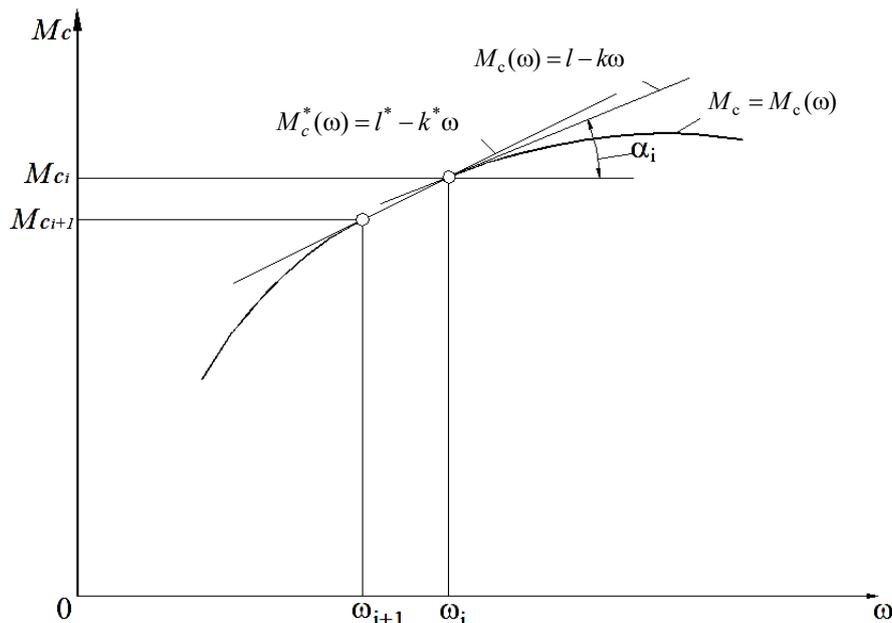


Рис. Зависимость момента сил сопротивления

Подставив уравнение (8) в уравнение (1) и решив последнее относительно  $\Delta\omega$ , получим

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega &= 2 \frac{\Delta A_d(\omega_i) - \Delta A_c(\varphi) - \Delta A_c(\omega_i) + E_i(\ln I_{прi} - \ln I_{прi+1})}{2I_{прi}\omega_i - (k - b)\Delta\varphi}; \\ \omega_{i+1} &= \omega_i + \Delta\omega. \end{aligned} \right\} \tag{9}$$

Определив  $\Delta\omega$ , находим  $\omega_{i+1}$  и  $M_c(\omega_{i+1})$ .

Для определения с точностью второго порядка малости угловой скорости  $\omega_{i+1}^*$  и ее приращения  $\Delta\omega^*$  уточним линейное уравнение момента сил сопротивления  $M_c^* = M_c^*(\omega)$  и определим приращение кинетической энергии второго порядка малости  $\Delta E^*$ .

Зная  $\omega_{i+1}^*$ , по графику определяем значение. Составим уравнение прямой, проходящей через две данные точки, в координатах  $M, \omega$  [9]:

$$\frac{M - M_i}{M_{i+1} - M_i} = \frac{\omega - \omega_i}{\omega_{i+1} - \omega_i};$$

$$M_c^*(\omega) = l^* - k^* \omega, \quad (10)$$

где  $l^* = M_i - \frac{\omega_i}{\Delta\omega} (M_{i+1} - M_i)$ ;

$$k^* = \frac{M_{i+1} - M_i}{\Delta\omega}.$$

Определим значения кинетической энергии звена приведения  $E_{i+1}$  и с точностью второго порядка малости  $E_{i+1}^*$  на угле поворота  $\varphi_{i+1}$  по уравнению (4), используя уравнение (5):

$$E_{i+1} = E_i + \frac{M_d(\omega_i) + M_d(\omega_{i+1})}{2} \Delta\varphi - \frac{M_c(\omega_i) + M_c(\omega_{i+1})}{2} \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi);$$

$$E_{i+1}^* = E_i + \frac{M_d(\omega_i) + M_d(\omega_{i+1}^*)}{2} \Delta\varphi - \frac{M_c(\omega_i) + M_c(\omega_{i+1}^*)}{2} \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi);$$

$$\Delta E^* = \left[ M_d(\omega_{i+1}^*) - M_d(\omega_{i+1}) - M_c(\omega_{i+1}^*) + M_c(\omega_{i+1}) \right] \frac{\Delta\varphi}{2}.$$

Подставив в последнее уравнение (6), (10) и  $\omega_{i+1}^* = \omega_{i+1} + \Delta\omega^*$ , получим

$$\Delta E^* = [l - l^* + (k^* - k)\omega_{i+1}] \frac{\Delta\varphi}{2} + (k - b) \frac{\Delta\varphi}{2} \Delta\omega^*. \quad (11)$$

Подставив уравнение (11) в (3) и решив последнее относительно  $\Delta\omega^*$ , получим

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega^* &= \frac{2(B + B E_{i+1})\omega_{i+1}}{4E_{i+1} - (k^* - b)\Delta\varphi\omega_{i+1}}; \\ \omega_{i+1}^* &= \omega_{i+1} + \Delta\omega^*, \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где  $B = [l - l^* + (k^* - k)\omega_{i+1}] \frac{\Delta\varphi}{2}$ ;

$$B = \ln \frac{2E_{i+1}}{I_{пр.i+1} \omega_{i+1}^2}.$$

## 2. Интегрирование при

$$M_d = M_d(\omega), \quad M_c = M_c(\varphi) + M_c(t) \quad \text{и} \quad I_{пр} = I_{пр}(\varphi) \neq \text{const}.$$

Для определения работы момента сил сопротивления  $M_c = M_c(t)$  зададимся приращением угла поворота звена приведения. Зная угловую скорость  $\omega_i$ , определим приращение времени:

$$\Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega_i}; \quad t_{i+1} = t_i + \Delta t. \quad (13)$$

Зная зависимость  $M_c = M_c(t)$ , определим приращение кинетической энергии звена приведения при приращении угла  $\Delta\varphi$ :

$$\Delta E = \Delta A_d(\omega) - \Delta A_c(\varphi) - \Delta A_c(t);$$

$$\Delta E = \frac{a - B\omega_i + a - b\omega_{i+1}}{2} \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi) - \frac{M_c(t_i) + M_c(t_{i+1})}{2} \Delta\varphi.$$

Заменяя  $\omega_{i+1} = \omega_i + \Delta\omega$ , получим

$$\Delta E = \Delta A_d(\omega_i) - \Delta A_c(\varphi) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_i) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_{i+1}) - B \frac{\Delta\varphi}{2} \Delta\omega. \quad (14)$$

Подставим уравнение (14) в (1):

$$\frac{2\Delta\omega}{\omega_i} = \frac{\Gamma - b \frac{\Delta\varphi}{2} \Delta\omega}{E_i} + \ln I_{\text{пр}i} - \ln I_{\text{пр}i+1}.$$

Решая относительно  $\Delta\omega$ , получим:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega &= 2 \frac{\Gamma + E_i (\ln I_{\text{пр}i} - \ln I_{\text{пр}i+1})}{2I_{\text{пр}i}\omega_i + b\Delta\varphi}; \\ \omega_{i+1} &= \omega_i + \Delta\omega, \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

где  $\Gamma = \Delta A_d(\omega_i) - \Delta A_c(\varphi) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_i) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_{i+1})$ .

Для определения приращения угловой скорости с точностью второго порядка малости

а) уточним приращение времени  $\Delta t^*$ :

$$\Delta t^* = \frac{2\Delta\varphi}{\omega_i + \omega_{i+1}};$$

$$t_{i+1}^* = t_{i+1} + \Delta t^*; \quad (16)$$

б) уточним значение момента сопротивления  $M_c = M_c(t_{i+1}^*)$  и его работы:

$$\Delta A_c(t) = \frac{M_c(t_i) + M_c(t_{i+1}^*)}{2} \Delta\varphi;$$

в) определим приращение кинетической энергии второго порядка малости

$$\Delta E^* = E_{i+1}^* - E_{i+1} = \left[ E_i + \frac{M_d(\omega_i) + M_d(\omega_{i+1}^*)}{2} \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_i) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_{i+1}^*) \right] -$$

$$- \left[ E_i + \frac{M_d(\omega_i) + M_d(\omega_{i+1})}{2} \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_i) - \frac{1}{2} \Delta A_c(t_{i+1}) \right];$$

$$\Delta E^* = \left[ M_d(\omega_{i+1}^*) - M_d(\omega_{i+1}) \right] \frac{\Delta\varphi}{2} - \left[ \Delta A_c(t_{i+1}^*) - \Delta A_c(t_{i+1}) \right].$$

Используя уравнение механической характеристики электродвигателя и заменив  $\omega_{i+1}^* = \omega_{i+1} + \Delta\omega^*$ , получим

$$\Delta E^* = -\frac{b\Delta\varphi}{2}\Delta\omega^* - \frac{1}{2}[\Delta A_c(t_{i+1}^*) - \Delta A_c(t_{i+1})]. \quad (17)$$

Подставив (17) в (3), имеем

$$\frac{2\Delta\omega^*}{\omega_{i+1}} = \frac{D - \frac{b\Delta\varphi}{2}\Delta\omega^*}{E_{i+1}} + \mathcal{J},$$

где  $D = \frac{1}{2}[\Delta A_c(t_{i+1}^*) - \Delta A_c(t_{i+1})]$ ;

$$\mathcal{J} = \ln \frac{2E_{i+1}}{I_{\text{пр}i+1}\omega_{i+1}}.$$

Решив относительно  $\Delta\omega^*$ , получим:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\omega^* &= 2 \frac{(D + \mathcal{J}E_{i+1})\omega_{i+1}}{4E_{i+1} + b\Delta\varphi\omega_{i+1}}; \\ \omega_{i+1}^* &= \omega_{i+1} + \Delta\omega^*. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Значение  $E_{i+1}$  определяется по уравнению живых сил

$$E_{i+1} = E_i + \left[ \frac{M_{\text{д}i} + M_{\text{д}i+1}}{2} - \frac{M_c(t_i) + M_c(t_{i+1})}{2} \right] \Delta\varphi - \Delta A_c(\varphi).$$

Последовательно уточняя значение угловой скорости по уравнениям (12) и (18), ее можно вычислить с любой требуемой степенью точности.

## ВЫВОДЫ

Рассмотренный подход численного интегрирования уравнения движения машинного аг-

регата дает возможность определить зависимости, характеризующие механику установившегося движения с любой требуемой степенью точности. Это позволит более точно рассчитать детали и узлы рычажного механизма на виброустойчивость, снизить напряженность технологического процесса и достичь устойчивости работы машинного агрегата.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Романов В. В., Титов С. Н., Лясич В. А. Совершенствование метода динамического анализа ткацкого станка // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2010. № 5. С. 84–87.
2. Титов С. Н. Ткацкий станок как колебательная система // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2005. № 2. С. 77–80.
3. Букина С. В., Ситникова Т. А. К вопросу определения условий оптимального пуска машинного агрегата // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 39–41.
4. Букина С. В., Ширяев К. Е. Об аналитическом методе решения уравнения движения машинного агрегата // IV Междунар. Школа-конференция молодых ученых «Нелинейная динамика машин» (School-NDM – 2017) : сборник трудов (Москва, 18–21 апреля 2017 г.). М. : ИМАШ РАН, 2017. С. 207–209.
5. Букина С. В. Динамическое проектирование рычажного механизма кромкообразования ткацкого станка фирмы Dornier с учетом статической характеристики электродвигателя // Вестник Костромского государственного технологического университета. 2015. № 1(34). С. 47–49.
6. Артоболевский И. И. Теория механизмов. М. : Наука, 1965. 766 с.

7. Титарчук А. А. Коэффициент неравномерности и интегрирование уравнения движения машинного агрегата // Известия вузов. Машиностроение. 1972. № 1.
8. Скуридин М. А. Определение движения механизмов по уравнению кинетической энергии при задании сил функции скорости и времени // Труды семинара по ТММ. Т. 12, вып. 45. М. : Изд-во АН СССР, 1951.
9. Выгодский М. Я. Справочник по высшей математике. М. : Физматгиз, 1958. 783 с.

## REFERENCES

1. Romanov V. V., Titov S. N., Lyasich V. A. Improvement of the method of dynamic analysis of the loom. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2010;5:84–87. (In Russ.)
2. Titov S. N. The loom as an oscillatory system. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2005;2:77–80. (In Russ.)
3. Bukina S. V., Sitnikova T. A. On the issue of determining the conditions for optimal start-up of a machine unit. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2022;3(57):39–41. (In Russ.)
4. Bukina S. V., Shiryaev K. E. On the analytical method for solving the equation of motion of a machine unit. IV International School-Conference of Young scientists “Nonlinear dynamics of machines” – School-NDM 2017: Proceedings (Moscow, April 18-21, 2017). Moscow, IMASH RAS Publ., 2017. P. 207–209. (In Russ.)
5. Bukina S. V. Dynamic design of the lever mechanism of the edge formation of the Dornier loom, taking into account the static characteristics of the electric motor. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kostroma State Technological University]. 2015;1(34):47–49. (In Russ.)
6. Artobolevsky I. I. Theory of mechanisms. Moscow, Nauka Publ., 1965. 766 p. (In Russ.)
7. Titarchuk A. A. Coefficient of unevenness and integration of the equation of motion of the machine unit\*. *Izvestiya vuzov. Seriya mashinostroenie* [Proceedings of Higher educational institutions. Machine building], 1972, No. 1. (In Russ.)
8. Skuridin M. A. Determination of the motion of mechanisms by the kinetic energy equation when setting the forces of the velocity and time function. Proceedings of the seminar on TMM, vol. 12, is. 45. Moscow, Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1951. (In Russ.)
9. Vygodsky M. Ya. Handbook of Higher Mathematics. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1958. 783 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 20.10.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

---

\*Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

# ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 673+535.6+745+621.357.8

EDN OSDGLI

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-24-30

Сергей Ильич Галанин<sup>1</sup>

Татьяна Викторовна Лебедева<sup>2</sup>

Дмитрий Максимович Юсупов<sup>3</sup>

Денис Максимович Юсупов<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup> sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

<sup>2</sup> letavi44@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>

<sup>3</sup> dimasmirnov\_2000@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6977-4425>

<sup>4</sup> denis.yusupov.2020@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-2948-9412>

## ДЕКОРАТИВНОЕ АНОДИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНА

**Аннотация.** В статье отмечен возросший интерес в ювелирной промышленности к изделиям из титана с использованием цветных декоративных покрытий. Приводятся результаты экспериментального исследования электрохимического формирования декоративных цветных конверсионных покрытий на поверхности сплавов титана BT1-0, OT4, BT20 в различных электролитах. Исследовано влияние шероховатости поверхности на цвет формируемых покрытий. Показано влияние состава сплава, состава электролита, режимов электролиза и шероховатости поверхности на цвет формируемых покрытий. Отмечено явление цветовой зональности покрытий при некоторых режимах электролиза. Выработаны технологические рекомендации для получения декоративных покрытий на поверхности ряда сплавов титана необходимых цветов в производственных условиях.

**Ключевые слова:** ювелирные изделия из титана, цветные конверсионные покрытия, шероховатость поверхности, анодирование поверхности титана, цветовая зональность покрытий, электролит, цвет

**Для цитирования:** Декоративное анодирование поверхности титана / С. И. Галанин, Т. В. Лебедева, Дм. М. Юсупов, Д. М. Юсупов // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 24–30. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-24-30>.

Original article

Sergey I. Galanin<sup>1</sup>

Tatiana V. Lebedeva<sup>2</sup>

Dmitry M. Yusupov<sup>3</sup>

Denis M. Yusupov<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

## DECORATIVE ANODISING OF TITANIUM SURFACE

**Abstract.** Increased interest in the titanium jewellery industry for the products made of titanium with the use of decorative colour coatings, has been noted in the article. The results of experimental studies of decorative colour conversion coatings on the surface of titanium alloys BT1-0, OT4, BT20 in different electrolytes are given. The influence of surface roughness on the colour of the formed coatings has been investigated. The influence of the alloy composition, electrolyte composition, electrolysis modes and surface roughness on the colour of the formed coatings has been shown. The phenomenon of colour zoning of the coatings at some electrolysis modes has been noted. Technological recommendations for obtaining decorative coatings on the surface of a number of titanium alloys in the required colour under production conditions have been developed.

© Галанин С. И., Лебедева Т. В., Юсупов Дм. М., Юсупов Д. М., 2023

**Keywords:** titanium jewellery, colour conversion coatings, surface roughness, anodising of titanium surface, colour zoning of coatings, electrolyte, colour

**For citation:** Galanin S. I., Lebedeva T. V., Yusupov Dm. M., Yusupov D. M. Decorative anodising of titanium surface. *Technologies & Quality*. 2023. No 4(62). P. 24–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-24-30>.

В последнее время наметился существенный рост популярности ювелирно-художественных изделий с применением титановых сплавов [1, 2]. Титан достаточно широко используется зарубежными и отечественными ювелирными брендами как в эксклюзивных ювелирных изделиях, так и в бижутерии [2, 3]. На поверхности титана и его сплавов возможно электрохимическое формирование декоративных конверсионных покрытий широкой цветовой гаммы [4–6]. Покрытия формируются в анодном режиме в электролитах различного состава. При этом цвет покрытий зависит от состава сплава, состава электролита, режимов электролиза. Однако в литературе отсутствуют технологические рекомендации по формированию покрытий на конкретных сплавах в конкретных электролитах. Предприятия, выпускающие изделия с использованием различных сплавов титана, при смене сплава сталкиваются с необходимостью

проведения соответствующих экспериментальных исследований для получения покрытия необходимого цвета.

В статье сделана попытка выявить закономерности цветообразования формируемых покрытий и приступить к созданию альбома их цветов на различных сплавах в различных электролитах. Также исследовано влияние шероховатости исходной поверхности на цветовые характеристики формируемых покрытий.

**Описание методики проведения экспериментов.** Покрытия формировались на поверхности следующих сплавов: титан технический ВТ1-0, ОТ4, ВТ20. Химический состав сплавов указан в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что суммарное содержание примесей в сплавах возрастает в ряду ВТ1-0, ОТ4, ВТ20, что позволяет провести предварительное исследование влияния количества примесей на цвет формируемых покрытий.

Т а б л и ц а 1

Химический состав исследованных сплавов титана

Марка сплава	Ti	Fe	C	Si	N	O	H	Mn	Al	Zr	Mo	V
ВТ1-0	99,58...99,9	До 0,15	До 0,05	До 0,08	До 0,04	До 0,1	До 0,008	–	–	–	–	–
ОТ4	91,638...95,7	До 0,3	До 0,1	До 0,1	До 0,05	До 0,15	До 0,012	0,8...2,0	3,5...5,0	до 0,3	–	–
ВТ20	85,15...91,4	До 0,25	До 0,1	До 0,1	До 0,05	До 0,15	До 0,15	–	5,5...7,0	1,5...2,5	0,5...2,0	0,8...2,5

Площадь обрабатываемой поверхности образцов 1,5 см<sup>2</sup>. Поверхность образцов шлифовалась на бормашине Foredom наждачной бумагой с показателем зернистости Р400, а затем обезжиривалась в Нефрас С2 80/120. Обработка проводилась в водных растворах 20 % С<sub>6</sub>Н<sub>8</sub>О<sub>7</sub>, 20 % NaHCO<sub>3</sub>, 20 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Электролиты готовились из химреактивов марки «Ч» и дистиллированной воды. В связи с тем что в условиях образования конверсионной пленки сопротивление ванны достаточно велико, то контроль за процессом производился не по плотности тока, а по напряжению на ванне. Напряжение на ванне изменялось ступенчато и составляло 7, 14, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 В. Продолжительность обработки на каждом напряжении 1, 5, 10 мин.

Значения RGB сформированных цветных покрытий определялись с помощью интернет-ресурса [7].

При исследовании влияния шероховатости на цвет формируемых конверсионных по-

крытий использовался сплав ВТ20. Образцы последовательно обрабатывались наждачной бумагой с различными показателями зернистости: 400, 800, 1200. Далее механически полированные образцы площадью поверхности 1,5 см<sup>2</sup> обрабатывались анодно в 20 % водном растворе NaCl. Электролит приготавливался из химреактива марки «Ч» и дистиллированной воды. Далее поверхность анодировалась в электролите 20 % NaHCO<sub>3</sub> при напряжении 55 В в течение 10 мин. Вид поверхности после каждого этапа обработки фотографировался с помощью микроскопа при увеличении 10.

**Экспериментальные результаты и их обсуждение.** Процесс формирования покрытий в растворе серной кислоты отличался нестабильностью и не позволил получить покрытия во всем экспериментальном диапазоне. Поэтому данные не приводятся и не обсуждаются.

Зависимость значений RGB покрытий, сформированных в электролите 20 % NaHCO<sub>3</sub>

при продолжительности электролиза 10 мин и напряжениях 7, 30, 40, 65 В, представлена на рис. 1. Цвета покрытий\* представлены в табл. 2.

На рис. 2 представлена зависимость RGB покрытий на исследованных сплавах ВТ1-0, ОТ4, ВТ20 в электролите 20 %  $\text{NaHCO}_3$  при напряжении 25 В и продолжительности электролиза 10 мин.

Зависимость значений RGB покрытий, сформированных в электролите 20 %  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  при продолжительности электролиза 10 мин и напряжении 7, 30, 40, 65 В, представлена на рис. 3. Цвета покрытий представлены в табл. 3.

Зависимость RGB покрытий на исследованных сплавах ВТ1-0, ОТ4, ВТ20 в электролите 20 %  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  при напряжении 60 В и продолжительности электролиза 5 мин представлена на рис. 4.

Анализ полученных результатов выявил изменение значения RGB цвета покрытий в зависимости от подаваемого напряжения и состава сплава титана. Видно, что на поверхности каждого сплава происходит уникальное изменение цве-

та при изменении режимов электролиза. С увеличением напряжения в электролите  $\text{NaHCO}_3$  наблюдается увеличение доли значения В, в то время как в электролите  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  наблюдается, наоборот, снижение этого параметра, но увеличение, хоть и незначительное, параметра G.

Также с увеличением процентного содержания примесей в составе сплава титана увеличивается насыщенность цвета.

При определенных режимах в различных электролитах наблюдается цветовая зональность покрытий, сформированных на поверхности различных сплавов (табл. 4, 5). Скорее всего, она вызвана неравномерностью в электрохимическом отношении обрабатываемой поверхности и сложной вольт-амперной характеристикой, от которой зависят процессы формирования покрытий.

В процессе анодной электрохимической обработки сплава ВТ20 в 20 % растворе  $\text{NaCl}$  изменялась величина шероховатости поверхности (табл. 6).

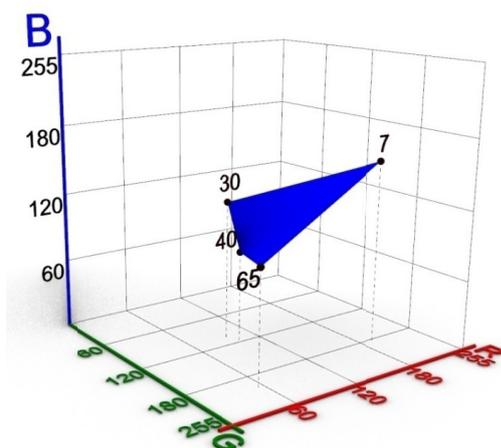


Рис. 1. Зависимость значения RGB покрытий на сплаве ВТ20 от напряжения на ванне в электролите 20 %  $\text{NaHCO}_3$  при продолжительности электролиза 10 мин

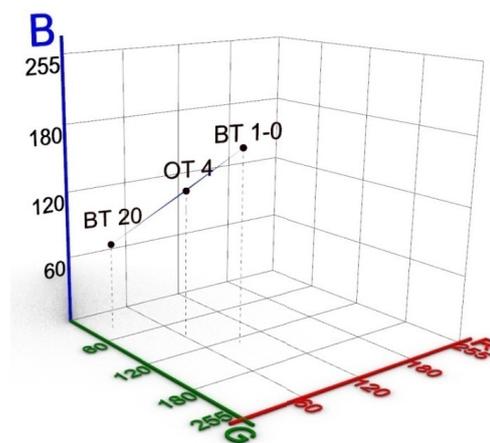


Рис. 2. Зависимость RGB покрытий на исследованных сплавах ВТ1-0, ОТ4, ВТ20 в электролите 20 %  $\text{NaHCO}_3$  при напряжении 25 В и продолжительности электролиза 10 мин

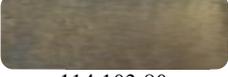
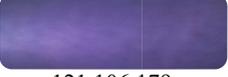
Таблица 2

Зависимость цвета от напряжения в электролите 20 %  $\text{NaHCO}_3$  при продолжительности обработки 10 минут

V, В / RGB	ВТ1-0	ОТ4	ВТ20
7	 149,125,95	 80,84,111	 194,181,157
14	 93,121,150	 168,109,176	 112,96,242
20	 120,104,167	 67,69,119	 108,171,134

\* Полноцветная версия статьи представлена на сайте журнала. URL: <https://tik.ksu.edu.ru>.

Окончание табл. 2

V, В / RGB	BT1-0	OT4	BT20
25	 90,128,170	 60,92,131	 22,35,77
30	 79,105,131	 153,155,127	 101,116,79
35	 72,113,117	 253,253,215	 188,188,100
40	 153,123,99	 80,79,77	 192,162,152
45	 165,129,129	 73,93,128	 98,102,120
50	 221,204,176	 114,103,80	 121,106,179
55	 141,120,89	 67,95,158	 48,65,102
60	 190,174,96	 61,88,145	 68,92,119
65	 26,47,90	 53,77,109	 55,200,97

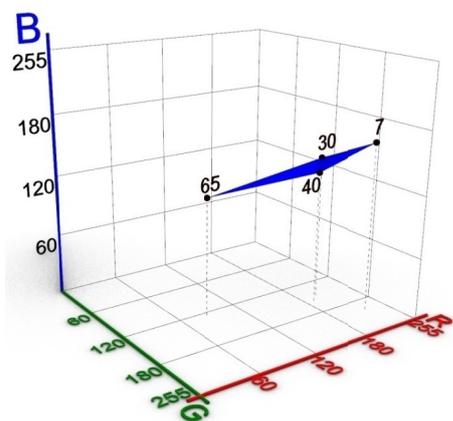


Рис. 3. Зависимость значения RGB покрытия на сплаве BT20 от напряжения на ванне в электролите 20 %  $C_6H_8O_7$  при продолжительности электролиза 10 мин

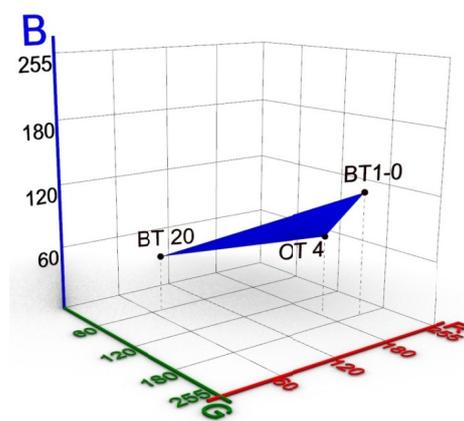


Рис. 4. Зависимость RGB покрытий на исследованных сплавах BT1-0, OT4, BT20 в электролите 20 %  $C_6H_8O_7$  при напряжении 60 В и продолжительности электролиза 5 мин

Таблица 3

Зависимость цвета покрытия от напряжения в электролите 20 %  $C_6H_8O_7$  при продолжительности обработки 10 мин

V, В / RGB	BT1-0	OT4	BT20
7	 141,107,81	 207,175,121	 220,196,163
14	 82,78,84	 181,149,124	 150,144,154

Окончание табл. 3

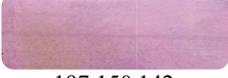
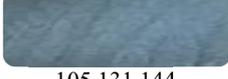
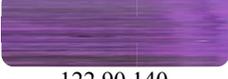
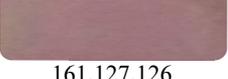
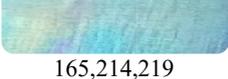
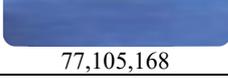
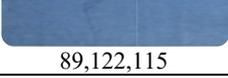
$V, B / RGB$	BT1-0	OT4	BT20
20	 63,78,121	 104,117,125	 85,119,165
25	 32,47,88	 112,130,140	 56,70,73
30	 62,82,110	 93,116,128	 197,150,142
35	 86,126,131	 105,131,144	 122,90,140
40	 146,113,98	 55,46,97	 185,161,132
45	 161,127,126	 169,157,117	 178,155,183
50	 219,202,176	 186,166,105	 163,123,63
55	 153,132,101	 191,150,70	 165,214,219
60	 182,164,93	 184,127,110	 103,133,121
65	 30,47,89	 77,105,168	 89,122,115

Таблица 4

Цветовая зональность покрытий в электролите 20 %  $\text{NaHCO}_3$  при продолжительности обработки 5 мин

BT1-0	OT4	BT20
 $V = 14 \text{ B. RGB} = 133,184,203$	 $V = 25 \text{ B. RGB} = 134,167,200$	 $V = 30 \text{ B. RGB} = 58,63,84$
 $V = 60 \text{ B. RGB} = 50,72,100$	 $V = 60 \text{ B. RGB} = 79,93,143$	 $V = 60 \text{ B. RGB} = 73,92,94$

Таблица 5

Цветовая зональность покрытий в электролите 20 %  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  при продолжительности обработки 5 мин

BT1-0	OT4	BT20
 $V = 30 \text{ B. RGB} = 130,160,184$	 $V = 7 \text{ B. RGB} = 79,86,132$	 $V = 7 \text{ B. RGB} = 141,181,190$

Окончание табл. 5

BT1-0  $V = 40 \text{ В. RGB} = 176,152,178$	OT4  $V = 25 \text{ В. RGB} = 166,162,183$	BT20  $V = 35 \text{ В. RGB} = 206,201,159$
 $V = 65 \text{ В. RGB} = 63,77,121$	 $V = 35 \text{ В. RGB} = 165,127,62$	 $V = 55 \text{ В. RGB} = 155,137,91$

Таблица 6

Зависимость шероховатости анодно обработанной поверхности сплава BT20 от плотности тока

Показатель шероховатости по Ra, мкм	Плотность тока, А/см <sup>2</sup>			
	0,03	0,06	0,08	0,10
После анодной обработки	3,1	9,3	4,7	2,5
После формирования пленки	2,12	2,6	2,4	2,03

Из таблицы 6 видно, что шероховатость поверхности в результате анодной обработки до плотности тока 0,06 А/см<sup>2</sup> возрастает, а затем уменьшается. Это связано с тем, что при низких плотностях тока обработка производится в активном режиме растворения, результат которой проявляется в росте шероховатости. При дальнейшем увеличении плотности тока наблюдается нарастание пассивационных явлений на поверхности и соответственное снижение шероховатости, что типично для титановых сплавов. После формирования пленки шероховатость поверхности ожидаемо снижается и выравнивается.

Шероховатость поверхности значительно влияет на цвет формируемого покрытия (рис. 5, табл. 7). С ростом шероховатости интенсивность окраски возрастает. Этот факт хорошо коррелирует с исследованиями восприятия цвета полированных и фактурированных поверхностей, проведенными ранее [6, 8–10].

**ВЫВОДЫ**

1. Выявлено изменение значения RGB цвета покрытий в зависимости от напряжения на ванне, состава сплава титана и состава электролита. На поверхности каждого сплава происходит формирование покрытий уникального цвета при изменении режимов электролиза.

2. С увеличением процентного содержания примесей в составе сплава титана увеличивается насыщенность цвета формируемых конверсионных покрытий.

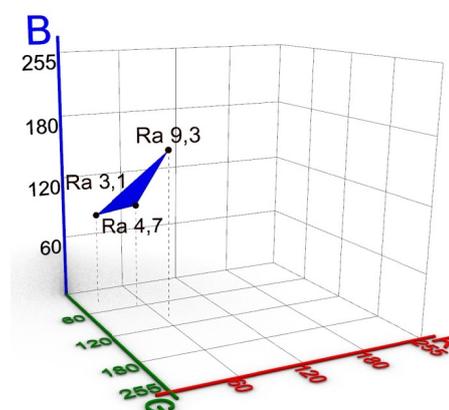


Рис. 5. Изменение цвета конверсионных покрытий, сформированных на поверхностях сплава BT20 с различной шероховатостью в электролите 20 % NaHCO<sub>3</sub> при напряжении 55 В в течение 10 мин

3. При определенных режимах в различных электролитах наблюдается цветовая зональность покрытий, сформированных на поверхности различных сплавов.

4. Шероховатость поверхности значительно влияет на цвет формируемого покрытия. С ростом шероховатости интенсивность окраски возрастает.

5. Определены технологические режимы формирования цветных конверсионных покрытий на поверхности ряда титановых сплавов, что позволяет с успехом использовать данную технологию при изготовлении ювелирно-художественных изделий.

Таблица 7

Зависимость цвета покрытия от шероховатости поверхности

Значение шероховатости по Ra, мкм	3,1	4,7	9,3
Цвет, RGB	 18, 40, 90	 48, 65, 102	 67, 95, 158

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И. Титан и украшения из титана // Ювелиртех. Ювелирные технологии для профессионалов. Журнал-каталог. Октябрь 2021 – январь 2022 г. URL: [magview.uvelir.info/dKSofjFy](http://magview.uvelir.info/dKSofjFy) (дата обращения: 26.06.2023).
2. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Титан в ювелирных украшениях и бижутерии // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 59–64.
3. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 34–43.
4. Исследование электрохимического формирования декоративных цветных пленок на поверхности титана ОТ4-1 / С. И. Галанин, Л. В. Попова, Ю. П. Евграфова, С. А. Соков // Дизайн. Материалы. Технология. 2009. № 2(9). С. 20–22.
5. Галанин С. И. Ювелирно-художественные технологии: декоративная электрохимическая обработка поверхности титана // Мир гальваники. 2018. № 1(39). С. 20–28.
6. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
7. Определить цвет пиксела на картинке онлайн // Онлайн приложения и сервисы. URL: <https://ru.inettools.net/image/opredelit-tsvet-piksela-na-kartinke-onlayn> (дата обращения: 02.06.2023).
8. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Выбор цветовых характеристик ювелирных изделий и бижутерии при проектировании // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2019. Т. 39, № 2. С. 108–113.
9. Галанин С. И., Ляпина А. С. Исследование колористических характеристик недорогих металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2018. № 1(39). С. 17–24.
10. Галанин С. И., Ляпина А. С. Колористические характеристики ряда цветных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2017. № 2(38). С. 29–35.

## REFERENCES

1. Galanin S. I. Titanium and Titanium Jewelry. Yuvelirteh. Jeweller technologies for professionals. Magazine-catalogue. October 2021 – January 2022. URL: [magview.uvelir.info/dKSofjFy](http://magview.uvelir.info/dKSofjFy) (Accessed 26.06.2023). (In Russ.)
2. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Titanium in jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):59–64. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Rybakova I. V., Kolupaev K. N. Features of Russian jewelry brands. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61):34–43. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Popova L. V., Evgrafova J. P., Sokov S. A. Decorative colored chaps on titanium OT4-1 surface. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya*. [Design. Materials. Technology]. 2009;2(9):20–22. (In Russ.)
5. Galanin S. I. Jewelry and art technologies: decorative electrochemical treatment of titanium surface. *Galvanic World*. 2018;1(39):20–28.
6. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma : Kostrom. St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM. (In Russ.)
7. Determine the color of a pixel in a picture online. URL: <https://ru.inet-tools.net/image/opredelit-tsvet-piksela-na-kartinke-onlayn> (Accessed 02.06.2023).
8. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Selection of color characteristics of jewelry products and bijouterie during the design. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya lyogkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2019;39,2:108–113. (In Russ.)
9. Galanin S. I., Lyapina A. S. Research of coloristic characteristics of non-precious metals and alloys and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2018;1(39):17–24. (In Russ.)
10. Galanin S. I., Lyapina A. S. Coloring characteristics of a number of nonferrous metals and alloys for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2017;2(38):29–35. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 29.06.2023

Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья  
УДК 671+673+745+666.29  
EDN PPMYZZ  
doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-31-35

**Кирилл Николаевич Колупаев**

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия  
knk44@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5808-2481>

## ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОКРЫТИЯ И МЕТАЛЛЫ В ЮВЕЛИРНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЯХ

**Аннотация.** В статье рассмотрена классификация драгоценных и недрагоценных сплавов, используемых при изготовлении ювелирно-художественных изделий. Сплавы рассмотрены с точки зрения необходимости использования защитно-декоративных покрытий как для защиты от воздействия окружающей среды при эксплуатации изделий, так и цветного декорирования поверхности. Показана разнообразная номенклатура различных металлических, неметаллических и конверсионных покрытий, формируемых различными технологическими способами. Показано, что использование определенного покрытия во многом определяется дизайнером-проектировщиком на этапе создания рендера изделия. Указано на необходимость учета колористических характеристик сплавов и покрытий на этапе проектирования и на существование неразрывной связи между дизайном изделия, используемыми материалами, технологиями их формообразования и декорирования.

**Ключевые слова:** дизайн ювелирно-художественных изделий, защитно-декоративные покрытия, сплавы металлов для изготовления ювелирно-художественных изделий, колористические характеристики сплавов и покрытий, ювелирно-художественное изделие, локальные покрытия, альбом цветов покрытий

**Для цитирования:** Колупаев К. Н. Декоративные покрытия и металлы в ювелирно-художественных изделиях // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 31–35. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-31-35>.

Original article

**Kirill N. Kolupaev**

Kostroma State University, Kostroma, Russia

## DECORATIVE COATINGS AND METALS IN JEWELLERY AND ART PRODUCTS

**Abstract.** The article considers the classification of precious and non-precious alloys used in the manufacture of jewellery and art articles. Alloys are considered from the point of view of necessity of using protective and decorative coatings both for protection from environmental impact during operation of articles and colour surface decoration. A diverse nomenclature of various metallic, non-metallic and conversion coatings formed by different technological methods is shown. It is shown that the use of a certain coating is largely determined by the designer at the stage of creating a rendering of the product. Necessity to take into account the colouristic characteristics of alloys and coatings at the design stage and the existence of an inseparable connection between the product design, materials used, technologies of their shaping and decoration is pointed.

**Keywords:** design of jewellery and art products; protective and decorative coatings; metal alloys for manufacturing jewellery and art products; colouristic characteristics of alloys and coatings, jewellery artwork product, local coatings, coating colour album

**For citation:** Kolupaev K. N. Decorative coatings and metals in jewellery and art products. Technologies & Quality. 2023. No 4(62). P. 31–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-31-35>.

В настоящее время при изготовлении ювелирных изделий и бижутерии используется большое количество различных металлов

и сплавов, а также всевозможные декоративные металлические, конверсионные и неметаллические покрытия различных цветов и оттенков. Такое разнообразие позволяет художникам решать любые дизайнерские задачи. Использо-

© Колупаев К. Н., 2023

ние тех или иных металлов, тех или иных покрытий имеет свои ограничения, достоинства и недостатки, свою себестоимость. Применение их в конкретном украшении зависит от множества факторов: дизайна, конструкции и серийности изделия, планируемой себестоимости, от квалификации дизайнера-разработчика, владеющего знаниями свойств материалов и покрытий [1]. При этом совершенно необходим учет цветового дизайна изделия, совместимости и контрастности цветов металлов, покрытий и вставок в изделия [2–8].

**Применение ювелирных материалов и покрытий.** Рассмотрим классификацию этих материалов и покрытий, их особенности и возможные области применения.

1. *Драгоценные сплавы, не требующие защиты от окисления при эксплуатации:* сплавы золота (не ниже 375°), платины, палладия.

Как правило, покрытия на этих сплавах используются в качестве декоративных: горячие и холодные эмали [9–14], нанокерамические покрытия, цветные гальванические покрытия металлами (черный родий и рутений, различные цветные покрытия сплавами золота). Возможно покрытие белым родием для увеличения износостойкости поверхности и в целях выравнивания оттенков различных частей изделия, выполненных из сплавов белого цвета с различной лигатурой (например, никелем и палладием) [15–17].

2. *Драгоценные сплавы, защита от окисления которых при эксплуатации желательна:* низкопробные сплавы золота, сплавы серебра.

Их поверхность покрывается гальванически родием различных цветов, черным рутением, сплавами золота различных цветов и оттенков.

Поверхность сплавов серебра часто чернится химическим или электрохимическим способом в присутствии ионов серы. Даная технология формирования конверсионных пленок темного цвета используется уже на протяжении многих тысячелетий, позволяя при относительной защите поверхности от коррозии придавать ей художественную выразительность из-за различных оттенков выступающих участков и впадин.

Ряд исследований посвящен возможности формирования покрытий различных оттенков при использовании импульсных токов [18–20].

3. *Недрагоценные сплавы, не требующие защиты:* мельхиор, нейзильбер и ряд других. Поверхность этих сплавов устойчива к воздействию окружающей среды и на протяжении длительного времени сохраняет свой товарный вид.

4. *Недрагоценные сплавы, требующие защиты от коррозии:* латуни, бронзы, томпаки.

При использовании этих сплавов возможны два варианта.

I вариант. Поверхность традиционно гальванически покрывается защитно-декоративными металлическими покрытиями. Однако при этом желательно формирование подслоя серебра, хрома или никеля для предотвращения образования сквозных пор и диффузии ионов меди через покрытие с последующим окислением последних, которое приводит к ухудшению внешнего вида изделий с течением времени.

II вариант. На поверхности формируются защитно-декоративные конверсионные покрытия химическим или электрохимическим способом. Эта технология известна еще с Древней Греции. Возможно формирование покрытий очень широкой цветовой гаммы – от золотистого до темно-оливкового, от черного до светло-коричневого. Составы электролитов и режимы формирования существенно зависят от состава сплава и необходимого цвета. При правильном проведении процесса защита поверхности с качественным внешним видом может быть гарантирована до нескольких десятков или даже сотен лет на открытом воздухе [15].

5. *Недрагоценные сплавы, которые, как правило, не используются без декоративных покрытий из-за низких декоративных свойств чистой поверхности:* сплавы титана и алюминия.

Их применение в современных ювелирных изделиях изначально предполагает формирование цветных декоративных конверсионных покрытий на поверхности. Такие покрытия могут формироваться как химическим, так и электрохимическим способом, а на титане еще и термическим. Однако только электрохимическим способом на алюминии формируются достаточно толстые пористые покрытия, подходящие под последующее окрашивание неорганическими и органическими красителями и обладающие соответствующими декоративными свойствами. А на поверхности сплавов титана электрохимическим способом формируются цветные покрытия широчайшей цветовой гаммы, цвета которых зависят от состава сплава, состава электролита и режимов электролиза. Возможны и переходы цветов, что создает дополнительные цветовые эффекты.

Эти процессы достаточно хорошо изучены и опубликованы в ряде научных статей и монографий [1, 2, 21, 22]. Однако насущной задачей является составление альбома цветов покрытий на различных сплавах титана при различных режимах обработки, так как при смене сплава у производителя часто возникают проблемы воспроизводимости цвета покрытий.

Отдельной технологической задачей является нанесение локальных металлических гальванических покрытий. Локальные покрытия могут решать ряд дизайнерских задач: композиционно выделить определенный участок изделия, придать выразительность зооморфным или антропоморфным украшениям. Чаще всего локально наносится золото или его сплавы, а также черный родий или рутений. Дополнительные проблемы могут возникнуть при покрытиях труднодоступных участков поверхности, которые в процессе нанесения покрытий в ваннах могут экранироваться другими частями изделий [23].

Локальное нанесение с помощью стило-гальваники позволяет достаточно оперативно покрывать видимые участки поверхности. Однако при этом способе покрытия формируются более тонкими, для нанесения металла больших толщин требуется несколько «проходов» гальванокандала по поверхности. Напряжение источника питания здесь больше из-за высокого сопротивления межэлектродного промежутка, поэтому возможны прижоги, приводящие к изменению цвета покрытия. Кроме того, наблюда-

ется повышенное загрязнение электролита. Способ пригоден при невысокой серийности производства.

При локальном гальванопокрытии в ваннах требуется защита непокрываемых участков специальным защитным лаком и последующее его удаление токсичными растворителями. Все это усложняет и удорожает процесс, но не требует высокой квалификации рабочих [15].

Выбор способа во многом зависит от технолога, возможностей предприятия, формы и серийности изделий и ряда других факторов.

## ВЫВОДЫ

Даже поверхностное рассмотрение используемых в современных ювелирных украшениях металлов и покрытий свидетельствует о значительном их разнообразии. Использование их в конкретном изделии во многом определяет художник-дизайнер, так как уже на этапе проектирования закладываются основы технологии изготовления, поскольку существует неразрывная связь между дизайном изделия, используемыми материалами, технологиями их формообразования и декорирования [24].

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И. Декорирование поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2018. № 2. С. 5–6.
2. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственный университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология изготовления современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 183 с.
4. Галанин С. И., Барина Л. Е., Колупаев К. Н. Создание ювелирных изделий-трансформеров из металлов различных цветов со сложной фактурой поверхности // Дизайн. Теория и практика. 2014. Вып. 17. С. 22–35. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 22.05.2023).
5. Галанин С. И., Ляпина А. С., Колупаев К. Н. Цветовые характеристики драгоценных ювелирных сплавов // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2019. № 2. С. 5–12.
6. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Выбор цветовых характеристик ювелирных изделий и бижутерии при проектировании // Известия вузов. Технология легкой промышленности. 2019. Т. 39, № 2. С. 108–113.
7. Галанин С. И., Колупаев К. Н., Лебедева Т. В. Цветовой дизайн ювелирно-художественных изделий: проблемы и решения // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 36–42.
8. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности дизайн-проектирования современных ювелирных изделий // Дизайн. Материалы. Технология. 2019. № 2(54). С. 9–13.
9. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // Дизайн и технологии. 2019. № 69(111). С. 6–16.
10. Лебедева Т. В., Музыкантова М. Э., Галанин С. И. Технологические и эстетические аспекты холодного эмалирования ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. 166 с.
11. Лебедева Т. В., Музыкантова М. Э., Галанин С. И. Холодные эпоксидные эмали как дизайн-решение поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2017. № 1. С. 5–11.

12. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2016. 99 с.
13. Лебедева Т. В., Сырейщикова О. Н., Галанин С. И. Новые технологии формирования финифтяных вставок : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2021. 83 с.
14. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Классификация эмальерных технологий и их терминология // Технологии и качество. 2023. № 1(59). С. 46–53.
15. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.
16. Галанин С. И., Собельман Е. Д., Колупаев К. Н. Исследование декоративных свойств цветных гальванических покрытий на поверхности серебра // Дизайн. Теория и практика. 2010. Вып. 5. С. 16–30. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 18.07.2023).
17. Галанин С. И., Колодий-Тяжов Л. А., Бушневская Е. А. Защитно-декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий // Практика противокоррозионной защиты. 2018. № 1(87). С. 54–62.
18. Галанин С. И., Висковатый И. С. Электрохимическое формирование декоративных пленок на поверхности серебра 925 пробы // Дизайн. Материалы. Технология. 2015. № 4(39). 2015. С. 56–60.
19. Галанин С. И., Висковатый И. С. Оксидирование поверхности фурнитуры швейных изделий // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2016. № 5(365). С. 175–185.
20. Галанин С. И., Висковатый И. С. Формирование конверсионных декоративных покрытий на серебре 925 пробы с использованием импульсных токов // Практика противокоррозионной защиты. 2016. № 4(82). С. 45–51.
21. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Титан в ювелирных украшениях и бижутерии // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 59–64.
22. Галанин С. И., Соколова Л. А. Декорирование поверхности алюминия окрашиванием конверсионных покрытий // Дизайн. Теория и практика. 2015. Вып. 21. С. 34–43. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 18.07.2023).
23. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 25–31.
24. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология – три составных части ювелирных украшений // Дизайн и технологии. 2022. № 87(129). С. 13–23.

## REFERENCES

1. Galanin S. I. Decoration of jewelry surface. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2018;2:5–6. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design, materials and manufacturing technology of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostrom. St. Technol. Univ. Publ., 2014. 183 p. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Barinova L. E., Kolupaev K. N. Creation of jewelry-transformers from metals of different colors with a complex surface texture. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and Practice]. 2014;17:22–35. URL: <https://elibrary.ru> (Accessed 22.05.2023). (In Russ.)
5. Galanin S. I., Lyapina A. S., Kolupaev K. N. Color characteristics of precious jeweler alloys. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2019;2: 5–12. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Lyapina A. S., Kolupaev K. N. Selection of color characteristics of jewelry products and bijouterie during the design. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya legkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2019;39,2:108–113. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Kolupaev K. N., Lebedeva T. V. Color design of jewelry and art products: problems and solutions. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;2(60):36–42. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of design-projecting of modern jewelry. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2019;2(54):9–13. (In Russ.)
9. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative methods of hot enameling. *Dizajn i Tekhnologii* [Design and Technology]. 2019;69(111):6–16. (In Russ.)
10. Lebedeva T. V., Muzykantova M. E., Galanin S. I. Technological and aesthetic aspects of cold enameling of jewelry and art articles. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2023. 166 p. (In Russ.)

11. Lebedeva T. V., Galanin S. I., Muzykantova M. E. Cold epoxy enamels as a design solution of jewelry surfaces. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2017;1:5–11. (In Russ.)
12. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects during hot enameling. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2016. 99 p. (In Russ.)
13. Lebedeva T. V., Syreyschikova O. N., Galanin S. I. New technologies for the formation of finestry inlays. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2021. 83 p. (In Russ.)
14. Rybakova I. V., Galanin S. I. Classification of enamel technologies and their terminology. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;1(59):46–53. (In Russ.)
15. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B., Vasilenko Yu. A. (ed.). Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)
16. Galanin S. I., Sobelman E. D., Kolupaev K. N. Investigation of the decorative properties of colored electroplated coatings on the surface of silver. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2010;5:16–30. URL: <https://elibrary.ru> (Accessed 22.05.2023).
17. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Bushnevskaya E. V. Protective and decorative properties of colored gold electroplated coatings. *Praktika protivokorroziionnoj zashchity* [Practice corrosion protection]. 2018;1(87):54–62. (In Russ.)
18. Galanin S. I., Viskovaty I. S. Electrochemical formation of decorative films on the surface of 925 silver. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2015;4(39):56–60. (In Russ.)
19. Galanin S. I., Viskovaty I. S. Oxidization of the surface of sewing accessories. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2016;5(365):175–185. (In Russ.)
20. Galanin S. I., Viskovaty I. S. Formation of conversion decorative coatings on sterling silver using pulse currents. *Praktika protivokorroziionnoj zashchity* [Practice of anticorrosion protection]. 2016;4(82):45–51. (In Russ.)
21. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Titanium in jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):59–64. (In Russ.)
22. Galanin S. I., Sokolova L. A. Decorating the surface of aluminum by painting conversion coatings. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and Practice]. 2015;21:34–43. URL: <https://elibrary.ru> (Accessed 18.07.2023). (In Russ.)
23. Galanin S. I., Viskovaty I. S., Kolupaev K. N. Design of complex-profile metal surfaces. *Tekhnologii i kachestvo* [Technology & Quality]. 2017;1(37):25–31. (In Russ.)
24. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design, materials and technology – three components of jewelry. *Dizajn i Tekhnologii* [Design and Technology]. 2022;87(129):13–23. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 22.06.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК 621.357.7+535.6+745.5

EDN RBIRTC

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-36-42

Сергей Ильич Галанин<sup>1</sup>

Юлия Евгеньевна Сакина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup> sgalanin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

<sup>2</sup> julfebs@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3662-8279>

## ФОРМИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗОЛОТЫХ И РОДИЕВЫХ ПОКРЫТИЙ СТИЛОГАЛЬВАНИКОЙ

**Аннотация.** В статье рассмотрены дизайнерские, декоративные и технологические особенности формирования локальных гальванических покрытий желтым и красным золотом, белым и черным родием с использованием стилогальваники. Экспериментально определены цвета покрытий, формируемых на специально подготовленных поверхностях при различных технологических параметрах. Показана существенная зависимость оттенков цвета покрытий в модели RGB от толщины, свойств поверхности подложки, режимов и технологических особенностей формирования покрытий и последующей их обработки. Показано, что процесс локального нанесения металлических покрытий с помощью стилогальваники по сравнению с гальваническим нанесением покрытий в ваннах более многофакторный, существенно зависит от квалификации оператора, качества подготовки исходной поверхности, последующих операций обработки сформированных покрытий. Толщины формируемых в результате стилогальваники покрытий значительно меньше, чем при традиционном процессе в ваннах, что приводит к значительному влиянию цвета подложки на цвет формируемых покрытий.

**Ключевые слова:** дизайн ювелирно-художественных изделий, локальные цветные гальванические покрытия, локальное золочение и родирование, стилогальваника, ювелирно-художественное изделие, подложка, модель RGB

**Для цитирования:** Галанин С. И., Сакина Ю. Е. Формирование локальных декоративных золотых и родиевых покрытий стилогальваникой // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 36–42. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-36-42>.

Original article

Sergey I. Galanin<sup>1</sup>

Yulia E. Sakina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

## FORMATION OF LOCAL DECORATIVE GOLD AND RHODIUM COATINGS BY STYLOGALVANISATION

**Abstract.** The article deals with design, decorative and technological features of formation of local electroplating coatings with yellow and red gold, white and black rhodium using stylogalvanics. Colours of coatings formed on specially prepared surfaces at different technological parameters are experimentally determined. Significant dependence of colour shades of coatings in RGB model on thickness, properties of the substrate surface, modes and technological features of coating formation and its subsequent processing is shown. It is shown that the process of local deposition of metal coatings by means of stylogalvanics in comparison with galvanic deposition of coatings in baths is more multifactorial, significantly depends on operator's qualification, quality of initial surface preparation, subsequent processing operations of the formed coatings. Thicknesses of the coatings formed as a result of stylogalvanics are much less than in the traditional process in baths, which leads to a significant influence of the substrate colour on the colour of the formed coatings.

**Keywords:** design of jewellery and art articles, local coloured electroplating coatings, local gilding and rhodium-plating, stylogalvanics, jewellery artwork product, underlay, RGB model

**For citation:** Galanin S. I., Sakina Yu. E. Formation of local decorative gold and rhodium coatings by stylogalvanisation. *Technologies & Quality*. 2023. No 4(62). P. 36–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-36-42>.

В дизайне современных ювелирно-художественных изделий часто используются металлы и сплавы, а также металлические гальванические покрытия различных цветов [1–11]. При изготовлении изделий реализация дизайн-разработок часто требует локального нанесения на поверхность металлических покрытий, как правило, золота и родия различных цветов и оттенков. Традиционно данная операция осуществляется в гальванических ваннах при условии нанесения на непокрываемые участки поверхности защитных лаковых покрытий с последующим их удалением. Это требует дополнительных технологических операций, усложняет расчет технологической силы тока.

Альтернативой может являться стилогальваника. Но формируемые при этом покрытия обладают меньшей толщиной, чем при обычном гальваническом нанесении. Для реализации процесса необходим блок питания с повышенным напряжением (25...40 В), специальные электролиты и стилоустройство (гальванокандал) со сменными наконечниками (фибер-стержнями), способными удерживать электролит за счет капиллярного эффекта [12]. Форма поверхности под металлические покрытия может быть различной – от простых линий и точек до более сложных узоров и рисунков.

Процесс стилогальваники изучен недостаточно, стабильное получение необходимых цветов покрытий вызывает определенные технологические трудности. В работе сделана попытка исследования технологических особенностей получения локальных гальванических покрытий золотом и родием различных цветов с использованием стилогальваники.

#### **Методика проведения экспериментов.**

В качестве образцов использовались пластины из латуни Л63 размером 50×30×1 мм. Площадь поверхности под нанесение покрытия 25 мм<sup>2</sup>. Поверхность образцов шлифовалась наждачной бумагой различной зернистости (P320, P600; P800, P1000), далее полировалась при помощи бормашины войлочными кругами с полировальными пастами фирмы DIALUX (зеленая и голубая). Группа образцов обрабатывалась на пескоструйном оборудовании Dazor PS-AS and blaster под давлением 4,5 кПа. Все образцы промывались в ультразвуковой ванне с мыльным раствором. Перед нанесением покрытий пластины дополнительно полировались в виброгалтовочной установке.

Для получения качественных покрытий родием и золотом насыщенных цветов и предотвращения их последующего потемнения из-за окисления латуни-основы через поры в покрытиях образцы покрывались подслоем серебра. Предварительно образцы обезжиривались в ультразвуковой ванне с использованием щелочного обезжиривающего раствора SGR2USP 40 г/л при температуре 40 °С в течение 5 мин. Затем промывались в проточной воде. Далее электролитически обезжиривались в щелочном растворе SGR1 при напряжении 12 В в течение 1 мин. После промывки образцы погружались в нейтрализующий раствор NEUT1 на 30 с при температуре 20...30 °С. Остатки раствора NEUT1 смывались в деминерализованной воде.

Для получения более качественного и равномерного покрытия серебра на латунных образцах дополнительно осаждался подслоем из палладия. Процесс проводился при плотности тока 2,20 А/дм<sup>2</sup> продолжительностью 35 с. Это позволило получить поверхность образцов равномерного холодного серого цвета.

Для серебрения использовалась установка, укомплектованная:

- стеклянным стаканом объемом 5 л;
- выпрямителем тока с амперметром и вольтметром с погрешностью ±5 %;
- счетчиком пропущенного количества электричества А·мин;
- таймером;
- серебряным анодом плотностью 10,5 г/см<sup>3</sup>;
- магнитным фильтрационным насосом с картриджем (5...15 мкм).

Для предотвращения загрязнения электролита органическими соединениями фильтрационные картриджи кипятились и промывались в деминерализованной воде.

Далее рабочая емкость заполнялась наполовину. В ней растворяли 400 г/л цианистого калия и 30 г/л электропроводящей соли AGBRIGHT-S. После растворения солей добавлялись 33 г/л оксида серебра с 50 г/л цианида калия при перемешивании раствора. Все доводилось до конечного объема. В завершении к основному раствору добавлялись осветляющие растворы: 25 мл/л AGBRIGHT-A и 18 мл/л AGBRIGHT-B. Полученный электролит перемешивался.

Процесс серебрения с осветляющей добавкой AGBRIGHT дает наилучший результат при температуре 18...25 °С и плотности тока

2,3 А/дм<sup>2</sup>. Электролиз проводился 2 мин. Пластины поочередно погружались в подготовленный раствор с температурой 20 °С.

Затем образцы вынимались, промывались в трех ваннах улавливания серебра с дистиллированной водой. Просушка производилась тепловым вентилятором при температуре 40 °С.

**Гальваническое нанесение локальных покрытий.** Эксперимент проводился на глянцевой и отпескоструенной посеребренных пластинах. Использовалась установка Penplatsys LEGOR для местного гальванического покрытия (комплектация: держатель-зажим (крокодил), гальванокарандаш с платиновым контактом, фибер-стержень).

Перед экспериментом пластиковая емкость для электролита промывалась в холодной воде и просушивалась на воздухе. Далее в нее наливался готовый раствор. Фибер-стержень обильно смачивался в электролите. Подготов-

ленная пластина прислонялась одним краем к катоду, затем гальванокарандашом рисовались квадраты 5×10 мм при различных плотностях тока. Плотность тока изменялась с неравномерным шагом для более явного выявления изменения цвета. Использовались следующие электролиты:

- для желтого золочения Gold Plating GR18M;
- для красного золочения WIEL AND Rhodinet teredgold bath Artikel – 3010100402 with 20g Au/l;
- для белого родирования LEGOR Rhodium Pen Plating RH2PS SOLUTION 2G/100ML WHITE COLOR;
- для черного родирования LEGOR Rhodium Pen Plating RH2RB SOLUTION 2G/100ML BLACK COLOR.

Номера образцов и плотности тока, при которых наносились покрытия, представлены в таблицах 1–4.

Т а б л и ц а 1

Номера образцов и плотность тока при желтом золочении

Глянцевая поверхность								
Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	3,0	3,4	3,6	3,9	4,4	4,8	5,1	5,7
Матовая поверхность								
Номер образца	9	10	11	12	13	14	15	16
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	3,0	3,4	3,6	3,9	4,4	4,8	5,1	5,7

Т а б л и ц а 2

Номера образцов и плотность тока при красном золочении

Глянцевая поверхность								
Номер образца	17	18	19	20	21	22	23	24
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	2,5	2,8	3,0	3,2	3,6	3,9	4,4	5,1
Матовая поверхность								
Номер образца	25	26	27	28	29	30	31	32
Плотность тока, А/дм <sup>2</sup>	2,5	2,8	3,0	3,2	3,6	3,9	4,4	5,1

Т а б л и ц а 3

Номера образцов и плотность тока при белом родировании

Глянцевая поверхность								
Номер образца	17	18	19	20	21	22	23	24
Плотность тока А/дм <sup>2</sup>	8,6	9,2	9,4	9,6	9,9	10,2	10,5	11,0
Матовая поверхность								
Номер образца	25	26	27	28	29	30	31	32
Плотность тока А/дм <sup>2</sup>	8,6	9,2	9,4	9,6	9,9	10,2	10,5	11,0

Т а б л и ц а 4

Номера образцов и плотность тока при черном родировании

Глянцевая поверхность								
Номер образца	17	18	19	20	21	22	23	24
Плотность тока А/дм <sup>2</sup>	8,1	8,4	9,0	9,2	9,6	9,9	10,3	11,0
Матовая поверхность								
Номер образца	25	26	27	28	29	30	31	32
Плотность тока А/дм <sup>2</sup>	8,1	8,4	9,0	9,2	9,6	9,9	10,3	11,0

Далее покрытая пластина промывалась в трех ваннах улавливания при температуре 20 °С и просушивалась при температуре 60 °С тепловым вентилятором.

Для определения цвета поверхность сканировалась. Затем каждый образец помещался в виброгалтовку на 5 мин для получения блеска и выравнивания цвета по поверхности. Далее

пластины промывались в холодной воде и обрабатывались паром при давлении 4,5 бар на установке модели Steam JETE 5004. Просушивались при температуре 60 °С тепловым вентилятором. Затем каждый образец сканировался второй раз.

**Исследование колористических характеристик покрытий.** Цвет определялся методом прямого сканирования, как наиболее точным и доступным. Экспериментальные образцы, покрытые родием и золотом разных цветов, сканировались при помощи устройства Scanner Canon Pixma G3411, его стандартное разрешение сканирования 600×1200 dpi. В качестве вычислительного устройства использовался ноутбук Acer.

Пластины перед сканированием располагались на белой плотной бумаге для более точного определения оттенка. Полученное изображение сохранялось в памяти компьютера в .jpg формате для последующего анализа.

Далее файл загружался в программу Color Picker Eyedropper. С помощью инструмента Color Picker в отмеченной области образца выбиралась точка. Каждому выбранному пикселу изображения программа выдавала код цветовых моделей HEX и RGB. Для каждого образца делалась выборка из 10 случайных равноудаленных точек. Затем значения цвета в системе RGB заносились в таблицу. По каждому образцу вычислялся средний показатель всей поверхности. Название полученному цвету давала программа Color Hex.

Так как при сканировании пластины засвечивались лампой холодного цвета, то характеристики цвета определялись в условиях холодного освещения.

**Результаты экспериментов и их обсуждение.** Цветовые характеристики покрытий\* в модели RGB для желтого золочения представлены в таблице 5.

Экспериментальные результаты показывают заметные изменения цветовых характеристик покрытия. Желтое золочение по глянцевой поверхности до галтования имеет коричневые, сероватые и охристые оттенки, а после поверхность приобретает блеск, сглаживаются неровности, распределение цвета по поверхности становится более равномерным. Программа Color Hex распознает оттенки уже ближе к желтым, рыжим, золотистым.

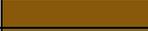
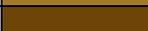
Неравномерное распределение цвета, отчасти скачкообразное, объясняется тем, что объективно и субъективно прижим фибрестержня неравномерен, а также механически отполированная поверхность априори является электрохимически неоднородной. Это приводит к неравномерности локальной плотности тока в каждой точке поверхности. Вследствие этого при низкой локальной плотности тока образуются проплешины в покрытии, а при высокой – прижоги. Последние также возникают из-за повышенного напряжения источника питания.

На неполированной матовой поверхности толщина формируемого покрытия больше, его цвета определяются как желто-оранжевые. Это может быть связано с большей эффективной локальной площадью контакта электролита с поверхностью при обработке.

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB для красного золочения представлены в таблице 6.

Т а б л и ц а 5

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB. Желтое золочение

Покрытие	Среднее значение цвета			Название цвета	Цвет до галтования	Цвет после галтования	Среднее значение цвета		
	R	G	B				R	G	B
На глянцевой поверхности	155	104	25	Песочный серо-коричневый			254	202	129
	136	89	11	Светлый оливково-коричневый			229	150	55
	128	101	34	Светло-оливковый			229	158	31
	122	77	5	Коричневый			227	151	65
	138	122	73	Светлый серо-оливковый			222	131	48
	127	72	7	Насыщенный желто-коричневый			226	137	45
	153	104	35	Охра коричневая			225	159	46
110	60	0	Коричневый			220	127	49	
На матовой поверхности	125	35		Пастельно-желтый			181	125	31
	138	19		Насыщенный желтый			171	94	26
	161	43		Насыщенный желтый			156	117	30
	110	8		Умеренный оранжевый			210	154	44
	104	11		Рыжий			196	113	16
	135	32		Насыщенный желтый			161	100	19
	93	3		Золотисто-березовый			112	53	8
89	8		Рыжий			149	88	17	

\* Полноцветная версия статьи представлена на сайте журнала. URL: <https://tik.ksu.edu.ru>.

Т а б л и ц а 6

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB. Красное золочение

Покрытие	Среднее значение цвета в модели RGB			Название цвета	Цвет до галтования	Цвет после галтования	Среднее значение цвета в модели RGB		
	R	G	B				R	G	B
На глянцевой поверхности	149	131	81	Темный желто-коричневый			190	127	56
	168	118	57	Светлый коричневый			193	138	70
	167	118	59	Шамау			173	103	46
	140	117	63	Коричнево-бежевый			175	85	35
	159	107	60	Светло-коричневый			160	66	28
	139	85	49	Терракотовый			173	70	24
	121	71	36	Глиняный коричневый			193	99	46
	113	73	46	Сигнальный коричневый			152	47	15
На матовой поверхности	109	70	29	Медный			153	99	53
	145	100	47	Светлый желто-коричневый			133	92	51
	130	68	30	Оранжево-коричневый			161	102	63
	152	95	45	Коричневато-оранжевый			168	121	73
	204	153	99	Темный красно-оранжевый			160	87	50
	102	72	30	Огненно-красный			135	64	30
	91	41	18	Перламутрово-оранжевый			162	66	30
	60		2	Томатно-красный			143	47	19

Электролит красного золочения при эксплуатации показал наиболее неустойчивые результаты. При его использовании возникает наибольшее количество брака, требующего дополнительной обработки поверхности. Это может быть связано с повышенной скоростью старения электролита по сравнению со всеми остальными или изначально низким его качеством.

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB для белого и черного родирования представлены в таблицах 7 и 8.

Из данных таблицы 7 заметно различие оттенков покрытия белым родием на матовой и глянцевой поверхности. Глянцевые пластины отличаются зеленовато-серыми, кварцевыми оттенками, тогда как матовые больше напоминают перламутровые переливы. Таким образом, в системе RGB прослеживается осветление оттенков цветов покрытий белым родием при переходе от глянцевой к матовой поверхности.

Схожая ситуация и с покрытиями черным родием (см. табл. 8). На глянцевых пластинах покрытия определяются коричневыми оттенками, на матовых – переливаются зеленым.

Дополнительные исследования показали, что покрытие черным родием наиболее выигрышно смотрится на желтой подложке из золота, чем на белой, например из серебра или белого родия. Вероятно, это связано с тем, что теплые оттенки цвета подложки придают покрытию контрастности и насыщенности при условии относительно небольшой толщины покрытия. Влияние цвета подложки на цветовые характеристики покрытия до толщин порядка 1 мкм было замечено ранее при золочении поверхности латуни [10, 11].

Визуально покрытия черным родием на матовой поверхности после обработки паром выглядели более однородными и качественными из-за большей формируемой толщины покрытия. На глянцевой поверхности заметны волнообразные разводы, которые можно удалить при помощи дополнительной обработки паром или механически – тальковой или полировочной тряпочкой. Но эти операции могут привести к нарушению однородности слоя или вовсе к его удалению с поверхности из-за его незначительной толщины.

## ВЫВОДЫ

Проведенные экспериментальные исследования позволили определить цвета локально формируемых при помощи стилогальваники на специально подготовленных поверхностях покрытий желтым и красным золотом, белым и черным родием при различных технологических параметрах.

Показана существенная зависимость оттенков цвета покрытий в модели RGB от толщины, свойств поверхности подложки, режимов и технологических особенностей формирования покрытий и последующей их обработки.

Результат процесса локального нанесения металлических покрытий с помощью стилогальваники по сравнению с гальваническим нанесением покрытий в ваннах является более многофакторным, существенно зависит от квалификации оператора, качества подготовки исходной поверхности, последующих операций обработки сформированных покрытий. Кроме того, толщины формируемых в результате стилогальваники покрытий значительно меньше,

чем при традиционном процессе в ваннах, что приводит к значительному влиянию цвета подложки на цвет формируемых покрытий.

К недостаткам стилогальваники также можно отнести достаточно быстрое загрязнение электролита, необходимость его постоянной очистки и фильтрации, необходимость работы при повышенном напряжении источника питания по

причине высокого локального омического сопротивления межэлектродного промежутка.

Отмеченные особенности необходимо учитывать при разработке технологических процессов локального формирования гальванических покрытий с использованием стилогальваники, особенно с целью воспроизведения разработанного дизайна в конкретных ювелирно-художественных изделиях.

Т а б л и ц а 7

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB. Белое родирование

Покрытие	Среднее значение цвета в модели RGB			Название цвета	Цвет до галтования	Цвет после галтования	Среднее значение цвета в модели RGB		
	R	G	B				R	G	B
На глянцевой поверхности	151	146	144	Серый Крайола			152	146	134
	167	162	159	Бело-алюминиевый			148	144	135
	174	169	165	Бело-алюминиевый			117	114	105
	155	148	146	Серый Крайола			111	112	107
	182	181	176	Агатый серый			145	138	132
	133	131	127	Перламутровый мышино-серый			120	115	111
	129	127	123	Перламутровый мышино-серый			110	106	103
На матовой поверхности	144	144	144	Телегей			101	101	93
	135	128	122	Кварцевый			143	128	121
	128	119	110	Кварцевый			132	122	113
	130	121	112	Зеленовато-серый			143	134	127
	117	112	106	Серый бетон			142	139	134
	144	139	133	Серый Крайола			143	134	129
	134	131	124	Синеvато-серый			134	124	114
	123	122	117	Кварцевый серый			119	115	107
104	104	96	Кварцевый			108	105	97	

Т а б л и ц а 8

Цветовые характеристики покрытий в модели RGB. Черное родирование

Покрытие	Среднее значение цвета в модели RGB			Название цвета	Цвет до галтования	Цвет после галтования	Среднее значение цвета в модели RGB		
	R	G	B				R	G	B
На глянцевой поверхности	69	67	54	Серый оливковый			88	85	80
	65	68	49	Оливково-зеленый			84	73	53
	42	47	23	Хромовый зеленый			69	64	45
	41	39	23	Темный серо-оливковый			91	84	66
	50	45	25	Темный серо-оливковый			80	79	61
	48	51	32	Хромовый зеленый			25	26	12
	36	38	24	Темный серо-оливково-зеленый			61	61	61
	14	15	7	Коричневато-черный			77	78	73
На матовой поверхности	91	107	97	Темный синеvато-черный			72	72	72
	74	86	76	Оливковый серый			47	47	47
	54	56	53	Желто-оливковый			59	59	59
	4	7	0	Перламутрово-бежевый			36	36	36
	100	109	106	Коричневый серый			58	58	58
	43	48	44	Темный оливково-зеленый			39	39	39
	77	79	78	Серый коричневый			34	34	34
	54	60	58	Брезентово-серый			24	24	24

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Баринаова Л. Е., Колупаев К. Н. Создание ювелирных изделий-трансформеров из металлов различных цветов со сложной фактурой поверхности // Дизайн. Теория и практика. 2014. Вып. 17. С. 22–35. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 22.08.2023).
2. Галанин С. И. Декорирование поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2018. № 2. С. 5–6.
3. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.

4. Галанин С. И., Ляпина А. С., Колупаев К. Н. Выбор цветовых характеристик ювелирных изделий и бижутерии при проектировании // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2019. Т. 39, № 2. С. 108–113.
5. Галанин С. И., Ляпина А. С. Колористические характеристики ряда цветных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2017. № 2(38). С. 29–35.
6. Галанин С. И., Ляпина А. С. Исследование колористических характеристик недрагоценных металлов и сплавов для ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2018. № 1(39). С. 17–24.
7. Галанин С. И., Ляпина А. С., Колупаев К. Н. Цветовые характеристики драгоценных ювелирных сплавов // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2019. № 2. С. 5–12.
8. Галанин С. И., Колупаев К. Н., Лебедева Т. В. Цветовой дизайн ювелирно-художественных изделий: проблемы и решения // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 36–42.
9. Галанин С. И., Собельман Е. Д., Колупаев К. Н. Исследование декоративных свойств цветных гальванических покрытий на поверхности серебра // Дизайн. Теория и практика. 2010. Вып. 5. С. 16–30. URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 22.05.2023).
10. Декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий / С. И. Галанин, Л. А. Колодий-Тяжов, М. Г. Егорова, В. А. Березовский // Дизайн. Материалы. Технология. 2017. № 4(48). С. 30–34.
11. Галанин С. И., Колодий-Тяжов Л. А., Бушневская Е. А. Защитно-декоративные свойства цветных золотых гальванических покрытий // Практика противокоррозионной защиты. 2018. № 1(87). С. 54–62.
12. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.

## REFERENCES

1. Galanin S. I., Barinova L. E., Kolupaev K. N. Creation of jewels-transformers from metals of various colors with a complex surface texture. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2014;17:22–35. URL: <https://elibrary.ru> (Accessed 22.08.2023). (In Russ.)
2. Galanin S. I. Decoration of jewelry surface. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2018;2:5–6. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostrom. St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD ROM (In Russ.)
4. Galanin S. I., Lyapina A. S., Kolupaev K. N. Selection of color characteristics of jewelry products and bijouterie during the design. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya lyogkoj promyshlennosti* [Proceedings of higher educational institutions. Light industry technology]. 2019;39,2:108–113. (In Russ.)
5. Galanin S. I., Lyapina A. S. Coloring characteristics of a number of nonferrous metals and alloys for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2017;2(38):29–35. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Lyapina A. S. Research of coloristic characteristics of nonferrous metals and alloys for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2018;1(39):17–24. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Lyapina A. S., Kolupaev K. N. Color characteristics of precious jeweler alloys. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2019;2:5–12. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Kolupaev K. N., Lebedeva T. V. Color design of jewelry and art products: problems and solutions. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;2(60):36–42. (In Russ.)
9. Galanin S. I., Sobelman E. D., Kolupaev K. N. Investigation of the decorative properties of colored electroplated coatings on the surface of silver. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2010;5:16–30. URL: <https://elibrary.ru> (Accessed 22.05.2023). (In Russ.)
10. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Egorova M. G., Berезovsky V. A. Decorative properties of colored gold electroplated coatings. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2017;4(48):30–34. (In Russ.)
11. Galanin S. I., Kolodij-Tyazhov L. A., Bushnevskaya E. V. Protective and decorative properties of colored gold electroplated coatings. *Praktika protivokorroziionnoj zashchity* [Practice corrosion protection]. 2018;1(87):54–62. (In Russ.)
12. Galanin S. I., Arnoldi N. M., Zezin R. B., Vasilenko Yu. A. (ed.). Jewelry Manufacturing Technology. Moscow, SPM-Industriya Publ., 2017. 511 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 26.08.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК 677.075:7.067

EDN UMHEEI

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-43-48

**Ольга Владимировна Ковалева**<sup>1</sup>

**Мария Владимировна Бондаренко**<sup>2</sup>

**Анна Алексеевна Ланина**<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия

<sup>1</sup>kovaleva-ov@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1160-5780>

<sup>2</sup>bondarenko-mv@rguk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4459-1653>

<sup>3</sup>sokolovskaya-aa@rguk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1396-6464>

## СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОРНАМЕНТА ДЛЯ КОСТЮМА

**Аннотация.** В данной статье рассматривается новый подход к проектированию костюма через создание объемно-пространственного орнамента, способного влиять на формообразование костюма. Изучены методы сканирования и трехмерного моделирования в различных компьютерных программах. Описан алгоритм создания объемно-пространственного орнамента: сканирование необходимых для работы объектов, разработка векторного орнамента на основе творческого источника, поверхностное моделирование, печать элементов. Преимущества поверхностного моделирования в достоверном построении объекта любой сложности, также в возможности контролировать расположение рядом стоящих деталей. Описанный алгоритм создания объемно-пространственного орнамента можно рассматривать как вид индивидуального подхода к разработке современных полотен для костюма.

**Ключевые слова:** орнамент, 3D-печать, цифровое сканирование фигуры, 3D-моделирование, формообразование костюма, творческий источник, поверхностное моделирование

**Для цитирования:** Ковалева О. В., Бондаренко М. В., Ланина А. А. Создание объемно-пространственного орнамента для костюма // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 43–48. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-43-48>.

Original article

**Olga V. Kovaleva**<sup>1</sup>

**Mariya V. Bondarenko**<sup>2</sup>

**Anna A. Lanina**<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Kosygin Russian State University (Technology. Design. Art), Moscow, Russia

## CREATION OF VOLUME-SPATIAL ORNAMENT FOR A COSTUME

**Abstract.** This article discusses a new approach to costume design through the creation of a volume-spatial ornament that can influence the shaping of the costume. Scanning and three-dimensional modelling methods in various computer programs have been studied. An algorithm for creating a volume-spatial ornament is described – scanning objects necessary for work, developing a vector ornament based on a creative source, surface modelling, printing elements. The advantages of surface modelling are the reliable construction of an object of any complexity, as well as the ability to control the location of adjacent parts. The described algorithm for creating a volume-spatial ornament can be considered to be a type of individual approach to the development of modern canvases for a costume.

**Keywords:** ornament, 3D printing, digital scanning of figure, 3D modelling, costume shaping, source of creative inspiration, surface modelling

**For citation:** Kovaleva O. V., Bondarenko M. V., Lanina A. A. Creation of volume-spatial ornament for a costume. Technologies & Quality. 2023. No 4(62). P. 43–48. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-43-48>.

Современные модельеры ориентированы на разработку авангардного стиля в проектировании костюма, традиционная форма костюма в связи с трансформацией в искусстве, музыке, дизайне претерпевает изменения. Художественный стиль в костюме становится авторским, персоналистическим. Новый феномен креативного стилеобразования в моде, основанный на развитии современных технологий, занял свою нишу в современном дизайне костюма, изменяет академические теории моды и существующие представления о стиле [1].

Нельзя не отметить, что обозначенный актуальный художественный процесс изменения традиций и методов формообразования является также яркой моделью того, что происходит на подмостках современной мировой культуры в целом, включая архитектуру, арт-дизайн, графический дизайн, театр, балет. Новые жанры творчества всегда возникают на границах – в зоне контакта, деконструкции и синтеза классических типов, в результате интеграции в культуру нового предметного материала и технологий. Еще в конце 80-х годов прошлого века на международных форумах дизайна обсуждались вопросы, связанные с ожиданием радикальных масштабных перемен в формообразовании мира вещей, предметной среды, глобальной трансформации индустриального общества в постиндустриальное, информационное.

Тогда посвященный специально этой теме международный конгресс ИКСИД (Международный совет обществ промышленного дизайна), собравшийся в 1989 году в японском городе Нагоя, констатировал: «Приближение к обществу информации влечет за собой далеко идущие последствия, постепенно трансформируя образ жизни и делая дизайн предметом дискуссии во всех затрагиваемых им сферах. Ключевым является вопрос, какое именно будущее, какой возникающий ландшафт нас ждет, какие вещи будут воздействовать на всех нас и как будет пробуждаться по отношению к этим вещам образная ментальность человека» [2, с. 49–50]. В подобных ситуациях резко возрастает запрос на художественные методы зондирования грядущего будущего.

На пике технологических открытий сейчас находятся разработки, связанные с современными материалами, технологией печати по ткани и 3D-моделированием. В этой связи можно сказать, что новые технологии формируют современные стили в костюме и художественном оформлении полотен для костюма. На данном этапе развития современных стилей в моде

материал и технология определяют форму костюма. Орнамент занимает лидирующее значение в художественном образе костюма, орнамент не подчиняется форме изделия и вступает в контакт со средой самостоятельно.

Современные дизайнеры активно используют объемные орнаментальные элементы как самостоятельную форму в различных областях дизайна и искусства [3, 4].

1. Ирис ван Херпен (Iris van Herpen) – голландский дизайнер моды, известная своим экспериментальным подходом к созданию одежды. Она использует передовые технологии, такие как 3D-печать и лазерная резка, чтобы создавать объемные и необычные орнаментальные элементы в своих коллекциях.

2. Нери Оксман (Neri Oxman) – дизайнер и профессор Массачусетского технологического института (MIT). Ее работы включают исследования в области биомиметики и создание комплексных объемных орнаментов с использованием современных технологий.

3. Карим Рашид (Karim Rashid) – дизайнер, известный своим футуристическим стилем. Он создает мебель, предметы интерьера и другие изделия с яркими и геометрическими объемными орнаментами.

4. Дарья Голубева – дизайнер, специализирующаяся на создании объемных орнаментов в области моды. Ее работы включают в себя эксперименты с текстурами и формами, создавая уникальные и креативные элементы в одежде.

5. Игорь Жадан (Igor Zhadan) – мастер ювелирного искусства, создающий сложные и детализированные объемные украшения. Его украшения часто включают инновационные геометрические формы и элементы.

6. Ольга Хапеева – дизайнер керамической посуды и декора, известная своими объемными орнаментами в стиле фольклора. Ее работы объединяют традиционные мотивы с современным подходом к формам и цветам.

7. Мария Иванова-Попова – архитектор, работающая над проектами архитектурных структур с использованием объемных орнаментальных элементов. Она интегрирует их в архитектурные решения, создавая уникальные и интересные здания.

8. Екатерина Горбачева – дизайнер текстиля и интерьера, создающая объемные орнаменты для домашнего декора. Ее работы включают подушки, покрывала и другие предметы, украшенные оригинальными объемными узорами.

Передовые технологии в 3D-моделировании сформировали новые виды орнамента – объемно-пространственный орнамент, разработанный на 3D-принтере, что позволяет создавать уникальные объемные композиции, моделируя при этом форму самого костюма.

Основоположником создания такого метода является Джессика Розенкранц, ученый из Массачусетского технологического института (MIT) по биологии. С помощью 3D-принтера было напечатано платье с объемно-пространственным орнаментом. Особенностью этого платья является то, что оно не требует сборки и идеально сидит по фигуре [5].

Используя международный опыт, на кафедре искусства костюма и моды РГУ им. А. Н. Косыгина был разработан алгоритм построения объемно-пространственного орнамента.

**Первый этап:** сканирование фигуры модели с помощью бесконтактного 3D-сканера (рис. 1). 3D-сканирование – это процесс сбора

данных о реальном объекте и преобразование их в трехмерную модель. Данную технологию применяют в разных областях промышленности, в искусстве, реверс-инжиниринге и медицине [6].

Бесконтактные 3D-сканеры существуют разных типов: активные, которые генерируют волновой сигнал (свет, лазер, ультразвук), и пассивные 3D-сканеры, использующие свет и анализирующие его отражение от предмета (представляют собой некое подобие фото- или видеокамеры). Также они оснащены программным обеспечением, которое полученный материал сводит в единый объемный объект.

Координаты, полученные методом сканирования, обрабатываются и сохраняются в виде параметрической модели, которая необходима для работы в любой САД-системе для снятия чертежей отдельных элементов объекта, его доработки, корректировки размеров и прочих параметров, нужных для программирования 3D-принтера.

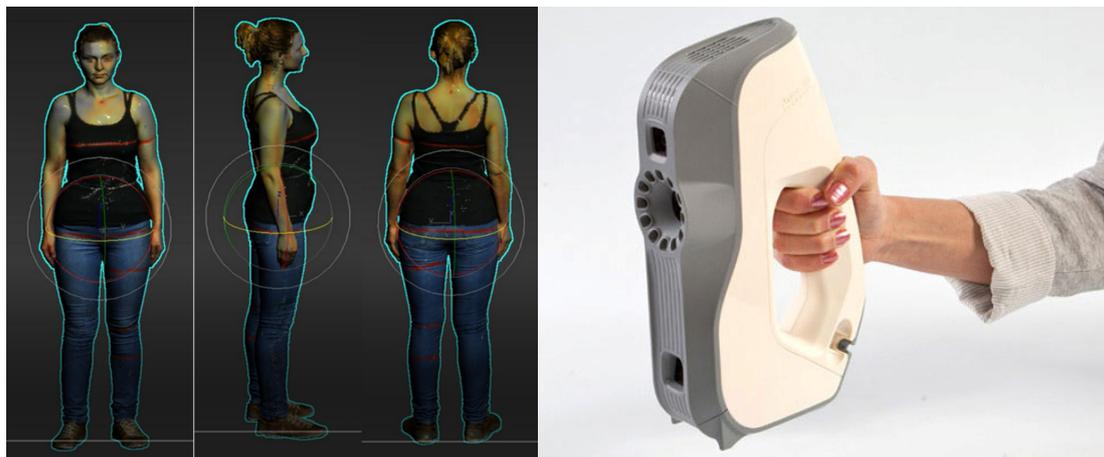


Рис. 1. Цифровое сканирование ручным бесконтактным сканером ARTEK EVA

Отсканированные объекты загружаются в программу ArtecStudio12, и их полигональная структура с помощью виртуальных инструментов обрабатывается. Удаляются дефекты, оптимизируется количество полигонов для облегчения веса полученного шаблона, оставляются необходимые пустоты и обрабатываются края модели.

**Второй этап:** выбор творческого источника. Для цифрового изображения технического эскиза орнамента можно выбрать различные компьютерные программы (Kinematics, 3D MAX, «Компас»). В программной среде визуализируются любые элементы раппорта, например природные мотивы: прожилки в листьях, кристаллические образования или тонкие расходящиеся жабры. В современном искусстве пре-

обладают такие стили, как футуризм, авангард и минимализм [7].

Орнамент, полученный на основе творческого источника и выполненный в векторном редакторе для внесения в 3D-программу (рис. 2), с помощью компьютерных средств накладывается на необходимые участки с учетом форм шаблона модели.

**Третий этап:** создание костюма за счет поверхностного моделирования.

При моделировании объемно-пространственного орнамента применяется поверхностное моделирование. Поверхностное моделирование является одной из лучших технологий, применяемых для создания объемных 3D-форм. Специалистами используется данное моделирование при проектировании деталей машин, промыш-

ленной и бытовой техники, также применяется для изготовления штамповочных объектов.

Преимущество поверхностного моделирования в достоверном построении объекта любой сложности также состоит в возможности контролировать расположение рядом стоящих деталей.

Строится модель в программе CINEMA 4D – программа для построения скульптурных, обтекаемых объектов сложных форм, к которым предъявляются не только функциональные, но и эстетические требования.

Элементы орнамента в виде пересекающейся сетки накладываются на поверхность модели, сопрягаясь между собой (см. рис. 2).

При разработке платья, которое имеет сложные пространственные поверхности, требуется построение шаблона объекта – в нашем случае им является оцифрованная модель. В программу вводится 3D-модель фигуры модели, на нее накладывается разработанный элемент орнамента в векторном виде (рис. 3).

Построенная модель не сразу отправляется на печать, FDM 3D-принтеры распечатывают только подготовленную модель – переведенную в специальный код, который принтер считывает при печати, для этого используют программу, которая превращает 3D-модель в программный код, который будет считываться 3D-принтером.

В процессе слайсинга объект разрезается на слои, каждый из которых обладает двумя закодированными параметрами – контуром и процентом заполнения. В процессе 3D-печати головка принтера перемещается вдоль горизонтальных осей, выполняя движения, заложенные в коде слайсера. Для печати рабочий стол покрывается специальной лентой или клеем и загружается расходный материал, катушка с полимерной нитью. Запускается процесс печати.

На рис. 4 представлен напечатанный элемент и готовое изделие с внедренным в него объемно-пространственным орнаментом.

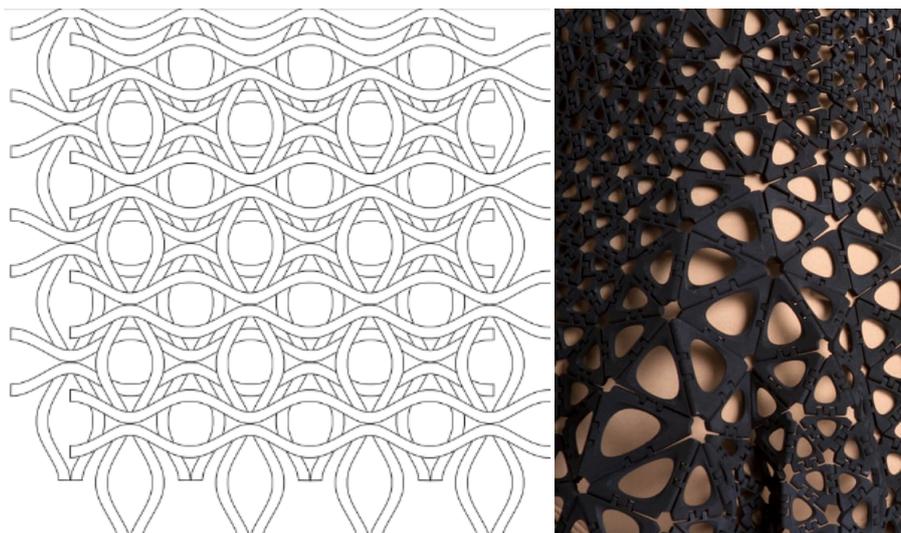


Рис. 2. Эскиз орнамента в векторной программе

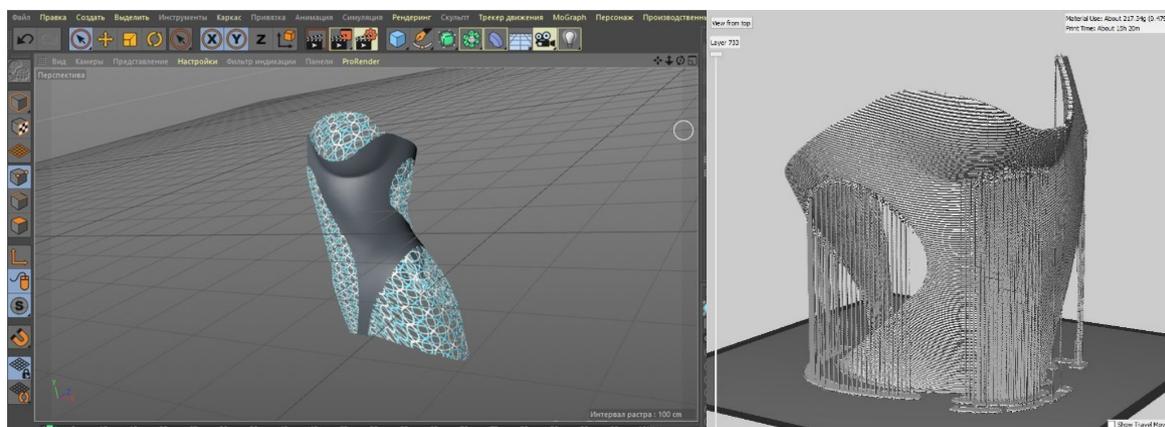


Рис. 3. Моделирование орнамента в среде CINEMA 4D и подготовленный к печати объект



Рис. 4. Объемный элемент и готовое изделие

Описанный алгоритм создания объемно-пространственного орнамента можно рассматривать как вид индивидуального подхода к разработке современных полотен для костюма. Он позволит создавать изделия по индивидуальному заказу, которые разрабатываются под конкретного потребителя и производятся на месте.

#### ВЫВОДЫ

Аддитивное производство, или 3D-печать, преобразует современные устоявшиеся концепции в формообразовании костюма и орнамента; использование цифровых технологий, таких как 3D-сканирование, 3D-моделирование, позволяет

децентрализованно изготавливать индивидуальные объекты.

Современные технологии изменили подход к этапам проектирования современного костюма. Разработка формы костюма, декорирование, нанесением орнамента, фактуры с помощью 3D-технологий соединяются в один творческий процесс 3D-проектирования. Использование современных полимеров в 3D-печати позволяет создавать форму костюма за счет декорирования, в частности, объемно-пространственный орнамент может выступать как конструктивная основа костюма с аналогичными свойствами ткани.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сидоренко Е. В., Сидоренко В. Ф. Проблема стиля в дизайне костюма : монография. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина, 2018. 175 с.
2. Аронов В. Г. Концепция современного дизайна. 1900–2000. М. : Артпроект, 2011. 209 с.
3. Патина Т. Е., Ковалева О. В. Влияние инновационных тканей на формообразование в костюме // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020) : сборник материалов Междунар. науч.-техн. конф. М., 2020. С. 231–233.
4. Патина Т. Е., Ковалева О. В. Дизайн современного костюма в контексте «умного текстиля»: проблематика и проектные возможности // Дизайн и технологии. 2020. № 75(117). С. 114–118.
5. Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing / S. C. Ligon, R. Liska, J. Stampfl, M. Gurr, R. Mülhaupt // Chemical Reviews. 2017. P. 9839–10620. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00074> (дата обращения: 1.08.2023).
6. Сеницына Е. И., Ковалева О. В. Аддитивные технологии в дизайне костюма // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2020) : сборник материалов Междунар. науч.-техн. конф. М., 2020. С. 224–227.
7. Сеницына Е. И., Ковалева О. В. Использование 3D-печати в изготовлении одежды // Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления : сборник научных трудов Междунар. науч.-техн. симпозиума, Междунар. Косыгинского форума. М., 2019. С. 167–171.

#### REFERENCES

1. Sidorenko E. V., Sidorenko V. F. The problem of style in costume design. Moscow, Kosygin Rus. St. Univ. Publ., 2018. 175 p. (In Russ.)
2. Aronov V. G. The concept of modern design. 1900–2000. Moscow, Artproekt Publ., 2011. 209 p. (In Russ.)
3. Patina T. E., Kovaleva O. V. Influence of innovative fabrics on shaping in a suit. Design, technology and innovation in the textile and light industry (INNOVATION-2020). Collection of materials of the International Scientific and Technical Conference. Moscow, 2020. P. 231–233. (In Russ.)

4. Patina T. E., Kovaleva O. V. Design of a modern suit in the context of “smart textiles”: problems and design possibilities. *Dizajn i Tekhnologii* [Design and technology]. 2020;75(117):114–118. (In Russ.)
5. Ligon S.C., Liska R., Stampfl J., Gurr M., Mülhaupt R. Polymers for 3D Printing and Customized Additive Manufacturing. *Chemical Reviews*. 2017:9839–10620. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00074> (Accessed 1.08.2023).
6. Sinitsyna E. I., Kovaleva O. V. Additive technologies in costume design. Design, technology and innovation in the textile and light industry (INNOVATION-2020). Collection of materials of the International Scientific and Technical Conference. Moscow, 2020. P. 224–227. (In Russ.)
7. Sinitsyna E. I., Kovaleva O. V. The use of 3D printing in the manufacture of clothing. Modern engineering problems in the production of consumer goods. Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium, the International Kosygin Forum. Moscow, 2019. P. 167–171. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 29.09.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК [666.3.03+666.3.05]7.048

EDN USFDPK

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-49-56

**Ольга Александровна Казачкова**<sup>1</sup>

**Юлия Алексеевна Бойко**<sup>2</sup>

**Марина Олеговна Лаптева**<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> МИРЭА – Российский технологический университет, г. Москва, Россия

<sup>1</sup> Московский экономический институт, г. Москва, Россия

<sup>1</sup> oakazachkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5078-0947>

<sup>2</sup> bojko2007@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8491-8242>

<sup>3</sup> lapteva.m.o@yandex.ru <https://orcid.org/0009-0008-0095-6551>

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕЛЬЕФНОЙ ГЛАЗУРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности технологии декорирования каменной керамики природными материалами (для получения декоративного рельефа на керамической поверхности были использованы различные крупы и несколько видов цветов), которая позволяет получать глазурованные поверхности с неглазурованным вогнутым рельефом, создавая эффект техники сграффито. В работе показаны зависимость показателя рельефности от формы оттиска и декоративные эффекты. Экспериментально выявлено, что на углублениях, получаемых вдавливанием крупных цветков, наблюдается покрытие глазурью сердцевины отпечатка, при неглубоких отпечатках – распределение в виде капель. При использовании бобовых и в меньшей степени при использовании некоторых видов цветов получаемый вогнутый рельеф как бы покрывается прозрачной глазурью и оптически воспринимается выпуклым. По методике оценки характера рельефа проведено определение качества декорированной поверхности. Проведена систематизация декоративных эффектов глазурованной поверхности с учетом рельефности и влияния материала и формы оттиска на глазурованную поверхность.

**Ключевые слова:** рельефная поверхность, глазурование, керамика, каменная масса, рельеф, природные материалы, декорирование керамики

**Для цитирования:** Казачкова О. А., Бойко Ю. А., Лаптева М. О. Использование природных материалов для создания рельефной глазурованной поверхности на изделиях из керамической массы // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 49–56. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-49-56>.

Original article

**Olga A. Kazachkova**<sup>1</sup>

**Yuliya A. Boyko**<sup>2</sup>

**Marina O. Lapteva**<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> Moscow Institute of Economics, Moscow, Russia

## NATURAL MATERIALS TO CREATE A RELIEF GLAZED SURFACE ON PRODUCTS OF CERAMIC MASS

**Abstract.** The article discusses the features of stone ceramics decorating with natural materials (various grains and several types of flowers were used to obtain a decorative relief on the ceramic surface), which allows to obtain glazed surfaces with an unglazed concave relief, creating the effect of the graffito technique. The dependence of the relief index on the shape of the impression and decorative effects are shown. It has been experimentally revealed that in the depressions obtained by pressing large flowers, there is a coating of the core of the imprint with glaze, with not deep prints – a distribution in the form of droplets. As a result of

using legumes and some types of flowers, the concave relief is covered with a transparent glaze and optically perceived as convex. According to the method of assessing the nature of the relief, the quality of the decorated surface was determined. The systematisation of the decorative effects of the glazed surface is carried out, taking into account the relief and the influence of the material and shape of the impression on the glazed surface.

**Keywords:** staining; ceramics; stone ceramics; relief; natural materials; glaze; ceramic decoration

**For citation:** Kazachkova O. A., Boyko Y. A., Lapteva M. O. The use of natural materials to create a relief glazed surface on products of ceramic mass. *Technologies & Quality*. 2023. No 4(62). P. 49–56. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-49-56>.

Процесс и технология создания керамических изделий с глазурованной поверхностью предполагает нанесение глазури на поверхность керамического черепка в один или несколько слоев с последующим обжигом. На качество глазурованной поверхности, ее эстетические (в том числе органолептические) характеристики оказывают влияние такие факторы, как: вязкость глазури в необожженном и расплавленном состояниях, методы глазурования, режимы и инструменты, качество поверхности керамического черепка (адгезия и адсорбция) и глубина рельефа.

Первые факторы зависят от используемых материалов, глазури и керамической массы, а также от технологии обработки последней и методов глазурования. Последний фактор – глубина рельефа, непосредственно зависит от дизайна изделия.

В процессе разработки дизайна керамических изделий одной из проблем является выявление влияния глазурования на дизайн поверхности, особенно на искажение рельефа поверхности и сложность его учета [1–5].

Таким образом, цель работы – исследовать влияние природного материала и формы оттиска на глазурованную поверхность.

**Материалы, оборудование, инструменты и приспособления.** Глазурованные керамические образцы, декорированные с помощью природных материалов.

В эксперименте использовалась каменная масса для лепки S-6060 («Лаборатория керамики») с температурой обжига 1180...1250 °С и глазурь сине-зеленая S-0112-16 («Лаборатория керамики») с температурой обжига 950...1200 °С. В качестве природных материалов для декорирования были выбраны крупы (гречка, перловка, пшено, рис), горох и несколько видов цветов разной формы и размеров (тысячелистник, гортензия, маргаритка, бархатцы, космея, флоксы).

В ходе эксперимента на образцах наблюдался эффект «выпуклой глазури», который образовывался за счет стекания глазури в углубления, образованные природными материалами, вдавленными в керамическую поверхность, и образования скопления глазури в виде капель.

## Методика эксперимента

**1. Подготовка каменной массы.** Для создания образцов керамическая масса подвергалась долгому физическому воздействию, для избавления от воздуха. Следующим этапом масса раскатывалась для создания ровной гладкой поверхности для нарезки на образцы.

**2. Создание рельефа.** Рельеф на образцах создается посредством вдавливания в каменную массу природных материалов. Важно следить за силой нажима и глубиной вдавливания материала, чтобы масса распределялась равномерно и не бугрилась.

**3. Нанесение глазури.** Покрытие глазурью следует делать, когда каменная масса влажная. В ином случае велика вероятность создать зазор между природным материалом и оттиском, что приведет к затеканию глазури в углубления до выжигания трафарета.

**4. Обжиг образцов.** Перед обжигом следует дождаться полного высыхания керамической массы и глазури. Обжиг производится при температуре 1200 °С. Данная температура обеспечивает полное выжигание природного материала.

**Результаты декорирования.** Для определения характера глазурного покрытия, является ли оно выпуклым или плавным, производится расчет по формуле нахождения показателя глубины рельефа  $\Delta$  по ранее предложенной методике [1, 3], подробно рассмотренной в работе «Анализ влияния рельефа керамической поверхности и методов глазурования на органолептические характеристики глазурного покрытия» [1].

Показатель глубины рельефа (рис. 1), позволяющий получить представление о глубине рельефа, рассчитывается по следующей формуле:

$$\Delta = L_1 - L_2,$$

где  $\Delta$  – показатель глубины рельефа неглазурованного черепка;

$L_1$  – высота выпуклого рельефа черепка, мм;

$L_2$  – высота вогнутого рельефа черепка, мм.

Показатель глубины рельефа глазурованной поверхности возможно оценить по формуле

$$\Delta\Gamma = L_3 - L_4,$$

где  $\Delta\Gamma$  – показатель глубины рельефа глазурованной поверхности, мм;

$L_3$  – высота выпуклого рельефа глазурованного черепка, мм;

$L_4$  – высота вогнутого рельефа глазурованного черепка, мм.

Также введем в работе показатели толщины глазурного слоя на выпуклой и вогнутой поверхности рельефа  $d_1$ ,  $d_2$  (рис. 2), которые рассчитываются по следующим формулам:

$$d_1 = L_3 - L_1,$$

$$d_2 = L_4 - L_2,$$

где  $d_1$  – толщина глазурного слоя на выпуклой части рельефа, мм;

$d_2$  – толщина глазурного слоя на вогнутой части рельефа, мм;

$L_3$  – высота выпуклого рельефа глазурованного черепка, мм;

$L_4$  – высота вогнутого рельефа глазурованного черепка, мм;

$L_1$  – высота выпуклого рельефа неглазурованного черепка, мм;

$L_2$  – высота вогнутого рельефа неглазурованного черепка, мм.

Измерения  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  и  $L_4$  проводят с помощью штангенциркуля. Усредненные значения и расчеты представлены в таблице 1.

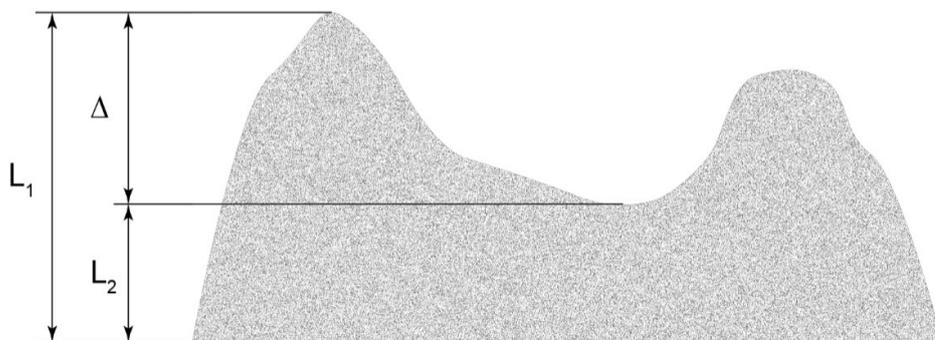


Рис. 1. Вид черепка в разрезе до глазурования

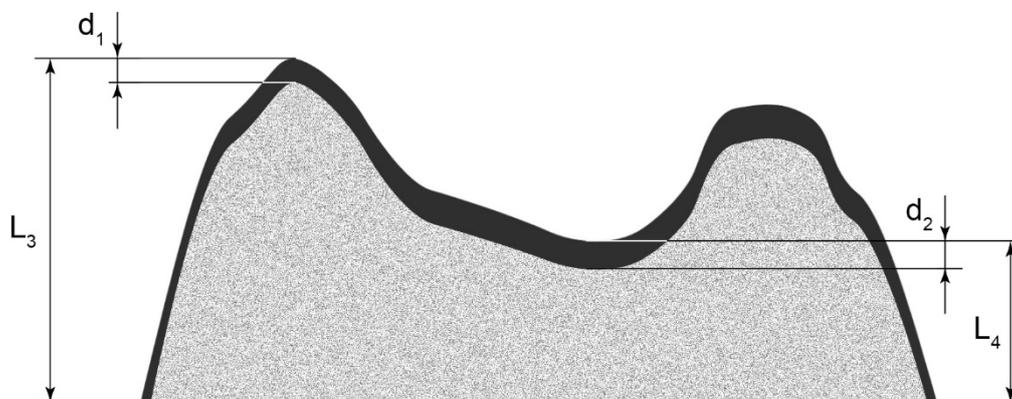


Рис. 2. Вид черепка в разрезе после глазурования

Т а б л и ц а 1

Расчет выпуклости глазурного рельефа

Образец	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$\Delta$	$\Delta\Gamma$	$d_1$	$d_2$
Гречка	7,39	6,61	8,22	7,86	0,78	0,36	0,83	1,25
Рис круглый	7,02	5,24	8,09	7,68	1,78	0,41	1,07	2,44
Рис коричневый	5,59	5,73	7,32	6,46	0,14	0,86	1,59	0,73
Рис длинный	5,82	5,56	7,35	6,46	0,26	0,89	1,53	0,90
Перловка	8,28	6,68	10,69	9,27	1,6	1,42	2,41	2,59
Пшено	8,04	6,66	8,87	8,29	1,38	0,58	0,83	1,63
Горох	5,64	3,38	8,84	6,58	2,26	2,26	3,2	3,2
Нут	8,21	4,31	8,46	8,27	3,9	0,19	0,25	3,96
Маш	6,3	5	8,06	6,69	1,3	1,37	1,76	1,69

Окончание табл. 1

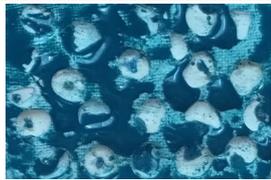
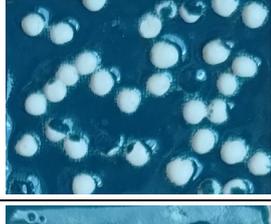
Образец	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$L_4$	$\Delta$	$\Delta\gamma$	$d_1$	$d_2$
Фасоль	6,17	3,82	7,77	6,4	2,35	1,37	1,6	2,58
Чечевица	6,63	3,44	7,2	6,64	3,19	0,56	0,57	3,20
Пижма	7,88	3,9	9,64	8,18	3,98	1,46	1,76	4,28
Тысячелистник	8,01	5,67	8,58	8,1	2,34	0,48	0,57	2,43
Гортензия	9,4	9,32	10,06	9,78	0,08	0,28	0,66	0,38
Маргаритка	6,95	3,85	8,8	7,14	3,1	1,66	1,85	3,29
Бархатцы	7,18	4,17	8,18	7,78	3,01	0,4	1	3,61
Космея	6,35	4,35	10,08	7,25	2	2,83	3,73	2,90
Флоксы	8,03	7,47	10	8,13	0,56	1,87	1,97	0,66

Анализ органолептических характеристик глазурованной поверхности образцов показал, что получаемый предложенной технологией рельеф со значениями показателя глазурованной поверхности  $\Delta\gamma$  от 0 до 1 мм воспринимается как плавный, при этом покрытие имеет незначительные переходы между гладкими и выпуклыми частями глазурного рельефа. Рельеф, вос-

принимаемый как выпуклый, имеет показатель глазурованной поверхности  $\Delta\gamma$  от 1 мм. У такого покрытия ярко выражены крупные высокие скопления глазури, которые резко контрастируют с гладким покрытием по рельефу черепка. С учетом расчета выпуклости глазурного рельефа представлена таблица декоративных эффектов на глазурованной поверхности\* (табл. 2).

Таблица 2

Декоративные эффекты<sup>12</sup>

Название круп и растений	Результат после обжига	Фото после обжига
Горох	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые. В местах, где углубления почти нет, и в местах, где слишком сильное углубление, затекла глазурь	
Нут	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые. Присутствуют трещины, заполненные глазурью	
Маш	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Почти во всех углублениях присутствуют капли глазури	
Чечевица	Гладкий равномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые	
Фасоль	Гладкий равномерный глазурный рельеф. Углубления почти полностью покрыты глазурью	

\* Полноцветная версия статьи представлена на сайте журнала. URL: <https://tik.ksu.edu.ru>.

Продолжение табл. 2

Название круп и растений	Результат после обжига	Фото после обжига
Гречка	Гладкий равномерный глазурный рельеф. Почти во всех углублениях присутствуют капли глазури	
Перловка	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые	
Пшено	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые	
Рис круглый	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Почти во всех углублениях присутствуют капли глазури	
Рис длинный	Гладкий равномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые	
Рис коричневый	Гладкий равномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые	
Бархатцы	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Углубления от лепестков почти чистые. Основная масса глазури затекла в центр цветка	
Гортензия	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Углубления от лепестков почти чистые, имеются небольшие подтеки в областях малого углубления	

Окончание табл. 2

Название круп и растений	Результат после обжига	Фото после обжига
Космея	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Присутствуют большие скопления глазури в центре лепестков, при этом почти отсутствует глазурь в середине цветка	
Маргаритка	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Почти чистое углубление. Наблюдаются два крупных подтека глазури. Форма образца после обжига приняла вогнутую форму, что могло повлиять на подтеки глазури	
Пижма	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Почти по всех углублениях наблюдаются подтеки глазури. Углубления довольно глубокие, поэтому рельеф не сохраняется	
Тысячелистник (Порезная трава)	Гладкий неравномерный глазурный рельеф. Углубления преимущественно чистые. Однако края с лепестками полностью закрыты глазурью	
Флоксы	Выпуклый неравномерный глазурный рельеф. Присутствуют большие скопления глазури в центре лепестков и середине цветка	

Анализ экспериментальных образцов показал, что предложенная технология декорирования позволяет получать глазурованные поверхности с неглазурованным вогнутым рельефом, создавая эффект техники декорирования сграффито. В работе показана зависимость выпуклости от формы оттиска. В цветочных формах важную роль играет размер лепестков: чем крупнее лепесток, тем крупнее капли глазури будут образовываться в центре оттиска от лепестка (незаглазурованного). Данный эффект получается из-за того, что большое количество глазури не может распределиться по всей поверхности лепестка в процессе обжига, поэтому начинает растекаться за края и в середину оттиска. Таким же образом данный эффект работает и с другими материалами. Общее правило для всех оттисков: чем крупнее оттиск, тем больше вероятность появления скоплений глазури вокруг отпечатка и наличия капель внутри.

Стоит отметить эффект, появившийся при обжиге бобовых природных материалов. После обжига фасоли, маша, нута и чечевицы в углублениях появилась прозрачная поверхность, напоминающая стекло или прозрачную глазурь. Для подтверждения, что данный эффект является не случайным, были созданы дополнительные образцы, без глазури. Результаты приведены в табл. 3.

Из данной таблицы можно заметить, что почти все углубления имеют глазурованный эффект (на фотографиях данный эффект кажется оптически выпуклым, являясь вогнутым рельефом). Предположительно данный эффект происходит из-за того, что бобовые при обжиге вытягивают химические соединения из массы на поверхность, которые, в свою очередь, при обжиге переплавляются и образуют гладкую прозрачную поверхность, похожую на прозрачную глазурь или стекло. Помимо бобовых менее проявлен такой эффект у некоторых видов цветов.

## ВЫВОДЫ

Для нанесения глазури на образцы рекомендуется использовать сырой способ, т. е. наносить глазурь на влажную керамическую массу. При сухом способе во время обжига глазурь может затечь под природный материал.

В одной композиции можно использовать несколько природных материалов как одинаковых, так и различных типов.

С эстетической точки зрения разная глубина рельефа на подготовленной основе дает разные художественные эффекты [6–8]. Глубокий рельеф дает более явный эффектный гла-

зурный рельеф. Незначительные углубления создают плавное глазурное покрытие, что позволяет акцентировать внимание на рельеф.

Использование бобовых материалов для формирования углублений рисунка на поверхности керамических изделий после обжига приводит к получению эффекта псевдоглазури, похоже, что углубления покрыты прозрачной глазурью. Свойства данного эффекта зависят от свойств каменной массы и глазури, а также от степени обработки бобовых. Чем дольше материал подвергается обработке, тем хуже он взаимодействует с каменной массой и эффект слабее.

Т а б л и ц а 3

Эффект, получившийся после обжига бобовых природных материалов

Наименование бобового	Образец до обжига	Неглазурованный образец	Глазурованный образец
Фасоль			
Маш			
Нут			
Чечевица			

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Казачкова О. А., Бойко Ю. А., Корнеева М. В. Анализ влияния рельефа керамической поверхности и методов глазурования на органолептические характеристики глазурного покрытия // Дизайн. Материалы. Технология. 2020. № 3(59). С. 65–69.
2. Бойко Ю. А., Казачкова О. А., Лаптева М. О. Использование природных материалов для создания декоративного орнамента керамических изделий // Технология художественной обработки материалов : материалы XXV Всерос. науч.-практ. конф. 24–29 октября 2022 г. СПб. : Санкт-Петерб. гос. ун-т промышленных технологий и дизайна, 2022. С. 77–88.
3. Казачкова О. А., Торчинская А. В. Дизайн художественных изделий: проектирование технологического процесса : метод. указания. М. : МИРЭА – Российский технологический университет, 2023. 1 CD-ROM.

4. Современные способы глазурирования керамических изделий / Ю. А. Бойко, О. А. Казачкова, М. В. Корнеева, И. С. Рябушкина // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2019. № 2. С. 13–15.
5. Технология обработки материалов : учеб. пособие / В. Б. Лившиц, Ю. А. Бойко, А. Э. Дрюкова, Л. А. Комиссарова, О. А. Казачкова. М., 2019. (Сер. 58: Бакалавр. Академический курс).
6. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Классификация эмальерных технологий и их терминология // Технологии и качество. 2023. № 1(59). С. 46–53.
7. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от Средневековья до нашего времени // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 32–38.
8. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от зарождения эмальерной техники до эмалей древней Руси // Технологии и качество. 2022. № 3(57). С. 42–47.

## REFERENCES

1. Kazachkova O. A., Boyko Yu. A., Korneeva M. V. Analysis of the influence of the ceramic surface relief and glazing methods on the organoleptic characteristics of the glaze coating. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2020;3(59):65–69. (In Russ.)
2. Boyko Yu. A., Kazachkova O. A., Lapteva M. O. The use of natural materials to create a decorative ornament. *Tekhnologiya hudozhestvennoj obrabotki materialov* [Technology of artistic processing of materials. Conference materials. XXV All-Russian Scientific and Practical Conference, October 24–29]. Saint-Petersburg, 2022. P. 77–88. (In Russ.)
3. Kazachkova O. A., Torchinskaya A. V. Design of art products: design of the technological process. Moscow, MIREA – Russian Technol. Univ. Publ., 2023. 1 CD-ROM. (In Russ.)
4. Boyko Yu. A., Kazachkova O. A., Korneeva M. V., Ryabushkina I. S. Modern methods of glazing ceramic products. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2019;2:13–15. (In Russ.)
5. Livshits V. B., Boyko Yu. A., Dryukova A. E., Komissarova L. A., Kazachkova O. A. Material processing technology. Moscow, 2019. (Ser. 58 Bachelor. Academic Course). (In Russ.)
6. Rybakova I. V., Galanin S. I. Classification of enamel technologies and their terminology. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;1(59):46–53. (In Russ.)
7. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the middle ages to the present. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):32–38. (In Russ.)
8. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the origin of enamel technology to the Old Rus' enamels. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):42–47. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 21.10.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК 74.01/.09

EDN WNNIBU

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-57-62

Николай Петрович Бесчастнов (1951–2021)<sup>1</sup>

Ирина Викторовна Рыбаулина<sup>2</sup>

Евдокия Николаевна Дергилёва<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6033-8471>

<sup>2</sup> [rybaulina-iv@rguk.ru](mailto:rybaulina-iv@rguk.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1799-469X>

<sup>3</sup> [dysua@mail.ru](mailto:dysua@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-0062-6869>

## СТАНОВЛЕНИЕ И ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕКСТИЛЬНОГО ОРНАМЕНТА

**Аннотация.** В статье рассматриваются основные свойства и особенности непрерывного текстильного орнамента, сформировавшиеся в процессе его изменений в течение смены исторических периодов. На основе конкретных примеров излагаются методы его получения, очерчиваются принципы его пластической организации. Особое внимание уделяется поискам образности в непрерывном орнаменте, основанном на пластических связях композиционного построения. Подробно анализируется растительный орнамент модерна, в котором непрерывный орнамент внешне проявляется в виде бесконечного сплетения листьев, побегов и цветов на поверхности ткани, создающего образы цветущего луга, непроходимых болот или джунглей. Современный непрерывный орнамент рассматривается в контексте стилевых изменений постмодернизма и возможностей компьютерных технологий. Определяются возможности совершенствования непрерывного орнамента путем использования новых видов искусственных и синтетических тканей с эффектами, возникающими за счет особенностей ткацких технологий.

**Ключевые слова:** орнамент непрерывный, мотив, композиция, пластика, раппорт, технологии, цветы, стиль, постмодерн

**Для цитирования:** Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н. Становление и пути совершенствования непрерывного текстильного орнамента // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 57–62. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-57-62>.

Original article

Nikolay P. Beschastnov<sup>1</sup>

Irina V. Rybaulina<sup>2</sup>

Evdokiya N. Dergileva<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

## FORMATION AND WAYS OF IMPROVEMENT OF CONTINUOUS TEXTILE ORNAMENT

**Abstract.** The article discusses the main properties and features of continuous textile ornament, formed in the process of its changes during the change of historical periods. On the basis of concrete examples, the methods of its production are described, and the principles of its plastic organisation are outlined. Special attention is paid to the search for imagery in a continuous ornament based on the plastic connections of compositional construction. The text of the article analyses in detail the plant ornament of modernity, in which a continuous ornament is externally manifested in the form of an endless interweaving of leaves, shoots and flowers on the surface of the fabric, creating images of a blooming meadow, impenetrable swamps or jungles. The modern continuous ornament is considered in the context of stylistic changes of postmodernism and possibilities of computer technologies. The possibilities of improving continuous ornament by using new types of artificial and synthetic fabrics with effects arising from the peculiarities of weaving technologies are determined.

© Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н., 2021

**Keywords:** ornament, continuous, motive, composition, plasticity, rapport, technology, flowers, style, post-modern

**For citation:** Beschastnov N. P., Rybaulina I. V., Dergileva E. N. Formation and ways of improvement of continuous textile ornament. *Technologies & Quality*. 2023. No 4(62). P. 57–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-57-62>.

Непрерывным орнаментом называют орнамент, в котором мотивы соединяются друг с другом, образуя бесконечное сплошное сплетение элементов в раппорте. Иногда используется и такое название, как ковровый орнамент, так как плотное сплетение (переплетение) орнаментальных мотивов наиболее ярко наблюдается в орнаментах ковровых изделий.

В непрерывных текстильных орнаментах, в отличие от дискретных, сплетенные мотивы покрывают все полотно и сами становятся одним орнаментированным полем. Обычно, когда говорят о непрерывном орнаменте, то вспоминают скифскую или кельтскую «звериную» плетенку, где животные формы сплетаются в причудливые орнаментальные композиции. В таких орнаментах навыки древнейшего ремесла – плетения соединились с представлениями о мироздании у скотоводческих племен. Главной композиционной особенностью их построения является не метр и ритм, а пластика – пластические связи форм. Интересно, что самый древний из сохранившихся в мире ковров – шерстяной узелковый ворсовый ковер из Пазырыкского погребального кургана на Алтае, несет на себе множество изображений (крылатые грифоны, верховые и спешившиеся всадники, пасущиеся олени) [1]. С начала расцвета искусства Византии на текстиле можно видеть преобладание растительного орнамента коврового типа, в котором утонченность Востока соединилась с мо-

нументальностью искусства Запада [2]. Искусство Византии влияло на текстиль всего европейского континента вплоть до конца XIX века – времени, когда нововведения модерна изменили параметры раппортных схем и изгибы извивающегося стебля или листа стали основой формальной организации орнамента. Растительный мотив в этих случаях становится удивительно живым, и его формы образуют бесконечное разнообразие пластических связей. Определить раппортную организацию таких орнаментов трудно, так как движение мотива не ограничивается одним раппортом, и поверхность тканей часто смотрится как единое сложноорганизованное колышущееся под сильным ветром поле с луговыми растениями и цветами. Метрическая основа раппорта скрывается в сложной ритмике головок цветов и пластике фактурных листьев. В печатном текстиле России вершиной мастерства в создании растительных орнаментов являются декоративные ткани мануфактуры Э. Цинделя и Прохоровской Трехгорной мануфактуры [3], в ткачестве – изделия фабрики братьев Сапожниковых, созданные для церковного облачения. В тканях модерна мотив, отрисованный в раппорте, мог внедряться в соседний мотив вплоть до половины его площади. При расширенном использовании сильно вытянутых раппортов от художников конца XIX – начала XX века требовалось наличие незаурядного мастерства (рис. 1).



Рис. 1. Декоративные ткани модерна

Как реалистическую трактовку древних ковровых образов можно воспринимать европейские сюжетные гобелены и мебельные ткани с сюжетными изображениями. Являясь произ-

ведениями с чертами как декоративно-прикладного искусства, так и станковой живописи, они во множестве случаев смотрятся как многофигурная орнаментальная композиция. Пластика

движения человеческих тел естественно переходит в движение растительных форм, со вставками из орнаментированных предметов. Она дополняется вытканной по краям гобеленов широкой орнаментальной каймой-бордюром. В истории европейского гобелена накоплен огромный объем произведений, созданных как по эскизам выдающихся художников в единственном экземпляре, так и тиражной ковровой продукции. Тиражная продукция XIX–XX веков имеет разный художественный уровень, но огромное количество машинных сюжетных ковров с бегущими оленями, стадами овец, пастушками, играющими на фоне буйного весеннего цветения, позволяет выбрать ряд композиций высокого уровня. Моменты счастливой беззаботной жизни, в которой все происходит само собой, выражаются в пластике объектов жизненной среды с достаточным мастерством.

Пластика коврового орнамента может распространяться не только по поверхности полотна, но и создавать иллюзию стереоскопичности. С удивительной силой стереоскопичность «работала» на золотых ризах православных священников на рубеже XIX–XX веков, принося трепетность и волнения изменчивого земного мира в, казалось бы, незабываемые каноны церковного облачения. Одежды, отшлифованные веками ритуальные действия наполнялись буйством растительного мира, олицетворяющего рай-

ский сад. Такого же рода тканые рисунки с райскими птицами, порхающими бабочками, бело-розовыми хризантемами и небесно-голубыми глициниями можно было встретить в домах русских промышленников и купцов (рис. 2).

Как отдельную тему можно изучать бордюрные растительные орнаменты в виде сплетения листьев и цветов, имеющие ярко выраженное движение по горизонтали. Создание ковровых орнаментальных монораппортных композиций – вершина мастерства художников-орнаменталистов. В какой-то степени нарабатанный опыт перешел в изображения на современных расписных и нетканых интерьерных панно и шторах. Созданные для украшения интерьера, они орнаментальны исходя из своего назначения. В таких работах композиция имеет достаточно точно выраженный центр, вокруг которого плотно без промежутков сплетаются дополняющие основную композиционную завязку мотивы. В коврах Азии, в которых орнаментом запечатлены представления древних о мироздании, орнаментальная композиция – неразрывное целое, такое же неразрывное, как мир в своих сложных духовных и материальных ипостасях. Неразрывность, «перетекание» одних форм в другие на изобразительной плоскости создают яркие образы – представления различного уровня обобщений (рис. 3).



Рис. 2. Ткань с крупнораппортным растительным орнаментом



Рис. 3. Бордюрный непрерывный орнамент

Анализируя варианты ковровых орнаментов или орнаментально организованных сюжетных композиций, можно выделить несколько видов построений различной степени орнаментально-пластической организации. Степенью такой организации будет определяться орнаментальность произведения. Понятие «орнаментальность» следует отличать от орнаментированности. Если орнаментированность обозначает количество орнаментального декора, то орнаментальность – более широкое понятие, применимое ко всем произведениям изобразительного и декоративно-прикладного искусства. В ковровых орнаментальных композициях, близких к произведениям *Fain-art*, пластика и ритм художественно связывают не растительные и геометрические мотивы, а антропоморфные и зооморфные объекты, изображенные на фоне природы, и пластические ходы перетекания применяются для организации сюжета. То, что в композициях с растительными формами является только скрытым подтекстом, в фигуративных гобеленовых построениях, например на мифологическую тематику, становится сюжетным текстом со своим пластическим языком визуализации. Неглубокое пространство классических гобеленов с иллюзией небольшого рельефа позволяет строить основные типы композиций, выверенных в картинной живописи. По своей сути такие композиции – огромный монораппорт с использованием картинной композиционной схемы [4]. При уменьшении размеров такие композиции могут и используются и как встроенные в гобеленовую декоративную ткань сюжетные вставки. Они, как окошки в плоскости древней ковровой композиции, через которые можно увидеть вполне осязаемый мир. Эти сюжеты могут иметь и перспективные сокращения, не дезорганизующие плоскостное поле ткани. Данные вставки имеют отрисованные вокруг изображения круглые, овальные или прямоугольные рамки с лентами, дубовыми или лавровыми листьями. Рамки, с одной стороны, помогают зрителю сосредоточить взор на сюжетах, а с другой – являются связующим звеном с орнаментированным полем полотна. Подобных вставок достаточно много на юбилейных фарфоровых сервизах XIX века, обложках религиозных книг, но на ткани это проявляется наиболее масштабно. Увеличение размеров таких вставок приводит к появлению промежуточных состояний, в которых активно проявляются как дискретность, так и ковровое орнаментальное заполнение. В таких композициях в качестве бесконечной основы работает ромбовидная сет-

ка, а элементы дискретности вносит сюжет ячеек этой сетки. Такой орнамент восходит к орнаментам первых земледельческих культур, в которых внутри ячеек «ископаемой» сетки «посажен» росток. Варианты таких орнаментов во множестве использовались в русской набойке XVI–XX веков [5]. Исчезновение изображений такой геометрически бесконечной сетки приводит к уменьшению размеров растительных мотивов, и мы получаем разбросанный по плоскости полотна дискретный цветочный орнамент. Увеличение же размеров растительного мотива стимулирует процессы их соединения в единое поле, что приводит к иллюзии непрерывного движения сплетенных стеблей и цветов. Но движение цветов и побегов по поверхности полотна может идти и по раппортной сетке, оставляя середину раппортного поля незаполненным. Тогда мы получаем бесконечный растительный орнамент, строящийся на основе увитой цветами раппортной конструкции. В XIX веке таким «ползущим» по невидимой сетке-шпалере растением была плетущаяся роза. Она не образует плотного заполнения орнаментального поля и через ее листья проглядывает то голубое небо, то стена сельского дома. Орнамент однозначно не дискретный, но и не ковровый в его классическом варианте из сплошной «стены цветов» или «облака из роз». В среде рисовальщиков он назывался «плетущейся розой». Такой орнамент проще по исполнению, чем «стена цветов», но в вариантах, предназначенных для одежды, он создает особое динамическое равновесие между растительным мотивом и фоном. К исполнению коврового орнамента рисовальщики допускались после длительных тренировок на простых дискретных мотивах. Чтобы заплести узор, требуется серьезный рисовальный натуральный тренинг. Рисовальщики XVIII–XIX веков, освоившие рисунки ковровых орнаментов для декоративных тканей, уже никогда не возвращались к работе в дискретном орнаменте, так как магия узора, в котором пластика главенствует над ритмом и метром, захватывала их целиком. В какой-то степени это возвращение к чарующей магии лозоплетения, вязания, прядения, когда сам процесс кажется бесконечным. Художник созидает свой мир, и этот мир наполнен неувядающим цветением. Ковровый орнамент может быть растительным, геометрическим, зооморфным, антропоморфным, сочетающим в себе все вышеперечисленные мотивы, и он, как правило, очень сложен. Сложен, даже если выглядит очень просто. В нем могут сочетаться множество творческих приемов и элементов графики [6].

В современном мире, характеризующемся стилевым плюрализмом, критичным отношением к искусству, уничтожением всяческих иерархий, в том числе различий между элитарным и массовым искусством, изначальная мощь движения непрерывного орнамента используется для «пересечения границ» рациональности как архитекторами, так и остро чувствующими ауру времени кутюрье [7–9]. В наполненных воздухом интерьерах такой орнамент может свободно переползать со стен на потолки, заполнять в качестве яркого, на грани кича, эстетизирующего артефакта углы модных бутиков и кафе, применяться в яркоокрашенной мебели

«надувных» форм. Как в интерьере, так и в костюме, яркий непрерывный растительный орнамент может сочетаться, например, с предельно жесткой черной бесконечной орнаментальной решеткой-клеткой. Но растительные мотивы уже не обвивают решетку, как в XIX веке, а демонстративно контрастируют с ней. В ряде случаев, для усиления неоднозначности или провокационности цвета изображаются «кислотными» яркими красками с видимыми чертами их искусственного происхождения. Балансирование на грани искусства и искусственности в костюме и текстильном орнаменте, начавшееся в конце XX века, с успехом продолжается и сегодня (рис. 4).



Рис. 4. Растительные мотивы в современном костюме и интерьере

Для этого даже не нужно сочинять нового, достаточно цитировать уже созданное, но подавать его в антитезе к прошлому. Использование симметричности и аналитический характер антитезы позволяет проектировать костюм постмодернизма с широким применением компьютерных технологий, особенно в тех случаях, когда в программе задается контрастное членение проектируемого объекта на две части. Разнообразие непрерывных орнаментов настолько значительно, что возможностей для противопоставления более чем достаточно. Противопоставление – хороший художественный прием, но злоупотребление им может привести к потере выразительности и в ряде случаев эффективнее использовать скрытую антитезу. Непрерывной орнамент несет в себе значительный исторический потенциал для такой работы. И этот по-

тенциал проявляется не только в формальной, но и образной организации.

Отражению постмодернистических тенденций в произведениях текстильного искусства способствует появление на рынке промышленных товаров огромного количества искусственных и синтетических тканей. Характерное для них холодное свечение, особенно в орнаментах, отрисованных на компьютере, заставляет по-новому звучать даже орнаментальную классику, и изображенные земные болотные дебри смотрятся неземным загадочным миром [10]. Соединение в одной модели орнаментов на натуральных и синтетических тканях еще больше усиливают эффекты противопоставления.

Гимном сплетенному непрерывному орнаменту прошлого, основанному на пластике движения форм и гармонии, являются тканые и печатные композиции на натуральных тканях

с изображениями ветвящихся роз, плетеных изгородей и корзин с цветами в руках девушек с венками из полевых цветов на кудрявых головках. Фон из буйной зелени является камертоном таких изображений. Выражением воз-

можностей современного орнамента является не орнамент как таковой, а принципы его использования в различных вариантах противопоставления на проектируемых объектах интерьерного текстиля или костюма [11, 12].

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Руденко С. И. Древнейшие в мире ковры и ткани. М. : Искусство, 1968. 136 с.
2. Соболев Н. Н. Очерки по истории украшения тканей. М.-Л. : ACADEMIA, 1934. 436 с.
3. Ткани Москвы / сост. К. Л. Гусева, А. Н. Селиванова ; Музей Москвы. М. : Кучково поле, 2019. 240 с.
4. Бирюкова Н. Французские шпалеры конца XV – начала XX века в собрании Эрмитажа. Л. : Аврора, 1974. 98 с.
5. Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. М. : Наука, 1994. 608 с.
6. Бесчастнов Н. П. Художественный язык орнамента. М. : ВЛАДОС, 2010. 335 с.
7. Джекинс Ч. Язык архитектуры постмодернизма : пер. с англ. М. : Стройиздат, 1985. 136 с.
8. Волков В. Н. Постмодерн и его основные характеристики // Культурное наследие России. 2014. № 5(2). С. 3–8.
9. Ильин И. П. Постконструктивизм, деконструктивизм, постмодернизм. М. : Интрада, 1996. 256 с.
10. Бесчастнов Н. П., Ковалева О. В., Дергилёва Е. Н. Художественные процессы в проектировании костюма, текстильных изделий и орнамента в искусстве постмодернизма // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С. Г. Строганова. 2019. № 2, ч. 1. С. 317–329.
11. Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н. Фактура, текстура и техноорнамент в современном дизайне: функция и художественный смысл // Технологии и качество. 2021. № 1(51). С. 40–45.
12. Бесчастнов Н. П., Рыбаулина И. В., Дергилёва Е. Н. Дискретный текстильный орнамент: генезис, особенности построения и современные образные возможности // Технологии и качество. 2022. № 4(58). С. 52–57.

#### REFERENCES

1. Rudenko S. I. The world's oldest carpets and fabrics. Moscow, Iskusstvo Publ., 1968. 136 p. (In Russ.)
2. Sobolev N. N. Essays on the history of fabric decoration. Moscow-Leningrad, Academia Publ., 1934. 436 p. (In Russ.)
3. Guseva K. L., Selivanova A. N. Fabrics of Moscow. Moscow, Kuchkovo pole Publ., 2019. 240 p. (In Russ.)
4. Biryukova N. French tapestries of the late XV – early XX centuries in the Hermitage collection. Leningrad, Avrorra Publ., 1974. 98 p. (In Russ.)
5. Rybakov B. A. Paganism of the ancient Slavs. Moscow, Nauka Publ., 1994. 608 p. (In Russ.)
6. Beschastnov N. P. The artistic language of the ornament. Moscow, Vlados Publ., 2010. 335 p. (In Russ.)
7. Jenkins Ch. The language of postmodern architecture. Moscow : Stroyizdat Publ., 1985 136 p.
8. Volkov V. N. Postmodernism and its main characteristics. *Kul'turnoe nasledie Rossii* [Cultural heritage of Russia]. 2014;5(2):3–8. (In Russ.)
9. Ilyin I. P. Postconstructivism, deconstructivism, postmodernism. Moscow, Intrada Publ., 1996. 256 p. (In Russ.)
10. Beschastnov N. P., Kovaleva O. V., Dergilyova E. N. Artistic processes of costume design, textile design and ornament in postmodern art. *Dekorativnoe iskusstvo i predmetno-prostranstvennaya sreda. Vestnik RGHPU im. S. G. Stroganov* [Decorative art and environment. Gerald of the RGHPU]. 2019;2,1:317–329. (In Russ.)
11. Beschastnov N. P., Rybaulina I. V., Dergileva E. N. Fature, texture and tehno-ornament in modern design: function and artistic meaning. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;1(51): 40–45. (In Russ.)
12. Beschastnov N. P., Rybaulina I. V., Dergileva E. N. Discrete textile ornament: genesis, features of construction and modern imaginative possibilities. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):52–57. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 16.10.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

Научная статья

УДК 76

EDN YXDZSN

doi 10.34216/2587-6147-2023-4-62-63-68

Мария Евгеньевна Лухманова<sup>1</sup>

Светлана Павловна Рассадина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

<sup>1</sup> kustiva@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-8726-057X>

<sup>2</sup> rswetp@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9247-8487>

## АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНО-ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛАХ

**Аннотация.** Дизайн предметно-пространственной среды многих региональных российских школ зачастую не соответствует современным трендам и подходам к организации пространства образовательных учреждений. В статье представлены результаты анкетирования 210 учащихся и учителей костромских школ на предмет оценки дизайна интерьера учебных кабинетов с точки зрения подхода к организации систем хранения школьных принадлежностей и личных вещей учащихся и педагогов. Итоги анкетирования показали, что в настоящий момент эстетика и эргономика школьного пространства не соответствует потребностям учеников и педагогов. Проведен обзор интерьера школьных кабинетов и общественных помещений на примере региональной школы, а также даны примеры организации школьных систем хранения в крупных российских городах и за рубежом.

**Ключевые слова:** системы хранения, дизайн, предметно-пространственная среда, школа, школьные принадлежности, организация пространства, анкетирование

**Для цитирования:** Лухманова М. Е., Рассадина С. П. Анализ предметно-пространственной среды систем хранения в современных школах // Технологии и качество. 2023. № 4(62). С. 63–68. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-63-68>.

Original Article

Mariya E. Luchmanova<sup>1</sup>

Svetlana P. Rassadina<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Kostroma State University, Kostroma, Russia

## ANALYSIS OF THE SUBJECT-SPATIAL ENVIRONMENT STORAGE SYSTEMS IN MODERN SCHOOLS

**Abstract.** The design of the subject-spatial environment of many regional Russian schools often does not correspond to modern trends and approaches to the organisation of the space of educational institutions. The article presents the results of a survey of 210 pupils and teachers of Kostroma schools to assess the environment and classrooms from the point of view of the approach to the organisation of storage systems for school supplies and personal belongings of pupils and pedagogues. The results of the survey showed that at the moment the aesthetics and ergonomics of the school space do not meet the needs of pupils and pedagogues. An overview of the interior of school classrooms and public spaces was also conducted on the example of a regional school, as well as examples of the organisation of school storage systems in large Russian cities and abroad.

**Keywords:** storage systems, design, subject-spatial environment, school, school supplies, organisation of space, questionnaire

**For citation:** Luchmanova M. E., Rassadina S. P. Analysis of the subject-spatial environment storage systems in modern schools. Technologies & Quality. 2023. No 4(62). P. 63–68. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2023-4-62-63-68>.

Мы меняем среду, а среда меняет нас. Это утверждение описывает не только наше влияние на все окружающее нас пространство, но и нашу зависимость от той среды, в которой мы существуем. Предметно-пространственная среда школы способна не только развивать, вдохновлять, успокаивать, но также тормозить развитие, раздражать, утомлять. Системы хранения присутствуют во многих кабинетах и общих пространствах школ. Но зачастую принципы организации предметно-пространственной среды и, в частности, дизайн систем хранения отстают от современных трендов.

Эволюция учебного пространства постепенно привела к появлению в наше время понятия «вдохновляющая среда». Термин зародился в северных странах, где уделяют большое внимание педагогической эргономике. А само понятие включает в себя такие аспекты, как цвет стен, удобство компоновки помещения и вариативность среды. В рамках концепции новых образовательных стандартов все решения по организации предметно-пространственной среды должны быть направлены на здоровьесбережение, эффективное взаимодействие ребенка с товарищами и учителем. В нашей стране эта концепция поддерживается, но не всегда в полной мере осуществляется в школах.

Авторами проведен анализ предметно-пространственной среды и систем хранения на примере обычной школы города Костромы – лицея № 32. Далее приведем основные замечания относительно подходов к организации хранения вещей в школе, позволяющие учесть их при проектировании.

Школьные раздевалки (рис. 1) оборудованы в основном стойками с крючками. Ящиков для хранения обуви и личных принадлежностей учащихся мало, они не пронумерованы, т. е. не являются личными. Хотя некоторые ученики оставляют сменную обувь в школе. В самой

раздевалке мест для сидения не предусмотрено, лавочки находятся в коридоре.

В коридорах школы (рис. 2) мест для хранения вещей не предусмотрено, что, скорее всего, связано с соображениями безопасности и гигиены. Учебные кабинеты среднего и старшего звена, как правило, отведены и оборудованы для преподавания конкретных предметов. Рассмотрен кабинет физики (рис. 3). Здесь организовано достаточно много мест для хранения – это большой шкаф, стол учителя с комодом, две большие тумбы у доски с открытыми и закрытыми полками. Тем не менее в кабинете остается достаточно много вещей, лежащих на открытых поверхностях. Также присутствуют различные устройства (монитор, принтер, колонки, ноутбук), провода от которых повсюду переплетены и свисают. Мебель выполнена в разных оттенках дерева, многие шкафчики заклеены скотчем, доступ учеников к ним ограничен. В целом интерьер кабинета спокойный, сдержанный, мебель выглядит достаточно новой.



Рис. 1. Раздевалка среднего и старшего звена лицея № 32



Рис. 2. Коридоры лицея № 32



Рис. 3. Кабинет физики лицея № 32

В кабинете младших классов (рис. 4) вдоль задней стены расположены книжные шкафы. Часть работ и школьных принадлежностей учеников хранится в классе. Рядом со шкафом и на нем хранятся вещи. Тем не менее класс выглядит аккуратно, мебель и стены в отличном состоянии, недавно сделан ремонт.

Подводя итоги краткого анализа способов хранения вещей в школьных помещениях, отметим:

- мест для хранения вещей организовано много, но часть вещей все равно не помещается в имеющихся шкафах;
- детское творчество в интерьере школы практически никак не проявляется, помещения выглядят скучными и официальными.

Несмотря на то что эти выводы были сделаны на основе анализа конкретной школы, они актуальны для большинства региональных школ. В основном в классах мы видим такие же массивные однообразные шкафы, занимающие всю стену, не оставляющие пространства для передвижения.



Рис. 4. Кабинет младших классов лицея № 32

Определим главный запрос, потребности категории людей, взаимодействующих с этой средой. Обозначим целевую аудиторию проекта, разделив ее на 4 группы:

- 1) ученики (основной пользователь);
- 2) учителя (основной пользователь, может влиять на решение о приобретении систем хранения);
- 3) администрация (принимает решение о приобретении мебели);
- 4) родители (могут влиять на решение о приобретении мебели).

Для лучшего понимания желаний и потребностей пользователей был применен метод анкетирования.

Все опрашиваемые были разделены на три категории: ученики младших классов, ученики среднего звена и учителя. Такое деление исходило из различия в ежедневной деятельности и сценариях пользования системами хранения. Для каждой категории был разработан свой набор вопросов, учитывающий выдвинутые гипотезы относительно способов организации хранения вещей, а также возрастные особенности опрашиваемых. В анкетировании принимали участие ученики и учителя различных школ города, всего было опрошено 210 человек. Многие давали дополнительные комментарии в анкетах, которые помогли расширить понимание исследуемой проблемы.

По результатам анкетирования сделаны следующие выводы:

1. Только 9,6 % опрошенных полностью удовлетворены внешним видом своей школы и организацией пространства.

2. Большинству опрашиваемых наиболее важно сделать школу ярче и современнее, а также организовать зону отдыха для учеников. В меньшей степени важно организовать зону отдыха для учителей и создать зону детского творчества.

3. Приоритетными для модернизации являются общие пространства (коридоры, холлы и раздевалки). Тем не менее «за» модернизацию кабинетов проголосовало около 30 % опраши-

ваемых. Почти в равном процентном соотношении оказались кабинеты младшего и старшего звена.

4. Практически все опрошенные педагоги хотели бы принимать участие в организации школьного пространства. Причем 47 % из них выразили желание привлекать к этому и учеников. Среди учеников 75 % было бы интересно в той или иной степени заниматься дизайном различных школьных помещений.

5. 70 % школьников приходится носить большое количество вещей в школу несколько раз в неделю или ежедневно.

6. Подавляющее большинство учителей (88 %) и учеников (84 %) среднего звена поддерживают идею хранения вещей учеников в школе. Половина из них проголосовали за то, чтобы оставлять вещи только на время уроков.

7. Приоритетным местом для размещения ящиков учеников среднего звена является коридор.

8. В младшем звене лишь половина ребят хотели бы оставлять вещи в школе на долгий срок. Несмотря на это, 50 % учеников ежедневно приносит с собой еду и 30 % – игры. Эти вещи было бы удобнее размещать в течение дня в личных ящиках, а не в рюкзаках. Сами рюкзаки, вероятно, было бы лучше убрать со спинок стульев или из проходов между партами.

9. В младшем звене для большинства учащихся появление личных шкафчиков и организация места для игр является желанным изменением.

10. Не считая индивидуальных ящиков, мест хранения в школах хватает, по мнению большинства опрошенных, но половина из них считают, что они неудобны.

11. По результатам опроса можно сформировать список вещей, которые дети могли бы на долгое время или на урочное время оставлять в школе: лыжи, сменная обувь, физкультурная форма, часть учебников и тетрадей, письменные принадлежности, еда, вода, зарядка для телефона, вещи для дополнительных занятий в кружках и секциях, организованных в школе.

12. Список вещей, которые педагог хранит в школе: методический и раздаточный материал (27,5 и 17,5 %), тетради учеников (25 %), сменная обувь (22,5 %). Личные вещи хранятся в редких случаях (7,5 %).

13. К возможным изменениям школьного пространства, которые указали многие ученики, относятся: озеленение школы, появление стеллажей с общедоступными книгами, настольные игры общего пользования в местах отдыха, а также повышение комфорта и вместимости раздевалок.

Безусловно, не все школы одинаковые. Существует большое количество современных новаторских школ как в плане системы обучения, так и с точки зрения дизайна.

Так, учебный кампус школы Brookes School Moscow состоит из детского сада на 240 человек и школы на 550 детей (с 1 по 13 класс). Кроме системы обучения, в этой школе примечателен и дизайн. Например, в библиотеке школы (рис. 5) отсутствуют насыщенные цвета в отделке, повторение простой формы круга в светильниках и стеллажах делают интерьер интересным и современным. В кабинетах школы (рис. 6) отсутствуют массивные шкафы, занимающие всю стену. Большое количество естественного света и белый цвет отделки стен и мебели делают помещение просторным и чистым, комфортным для долгого пребывания в нем, давая больше места для перемещения и творчества.



Рис. 5. Библиотека школы Brookes School Moscow. Москва [1]



Рис. 6. Кабинет школы Brookes School Moscow. Москва [1]

Кроме общеобразовательных школ, стоит обратить внимание и на образовательные центры. Поскольку в них также проходят уроки и лекции, ученики находятся на территории долгое время, а значит, интерьеры должны быть адаптированы и организованы схожим образом с общеобразовательными школами. Например, образовательный центр «Сириус» имеет несколько корпусов. Корпус «Школа» имеет кольцеобразный план: в результате два этажа учебного корпуса – это сплошная анфилада, выполняющая разные функции. В одно полукольцо включены химические лаборатории, во второе – физические. В универсальных классах-трансформерах можно проводить занятия по любому предмету и в любом составе: звукоизоляционными перегородками кабинеты делятся на два или три поменьше.

В центре внутреннего двора школы устроен класс-поляна (рис. 7) под открытым небом: дети будут собираться под сенью зеленого дуба и слушать рассказы ученого-преподавателя, а на переменах – бегать.



Рис. 7. Класс-поляна образовательного центра «Сириус», г. Сочи [2]

При рассмотрении интерьеров кабинетов и общих помещений можно заметить, что в качестве фонового цвета используется белый. Акцент-



Рис. 8. Сценарии работы с деревьями в помещениях Англо-Колумбийской школы, г. Богота, Колумбия [3]

ные цвета насыщенные и довольно активно используются даже в пространствах для занятий.

Остановимся еще на одном проекте. Англо-Колумбийская школа, г. Богота, Колумбия. Концепция основывалась на простой предпосылке обучения на практике. Проект задуман не просто как единое функциональное пространство для обучения, он состоит из повторяющихся элементов (учебный класс взят за основу как модуль). Таким образом, объединяя модули в определенном порядке, можно существенно уменьшить площадь здания за счет исключения излишнего пространственного разнообразия, которое часто возникает из-за чередования заполненных и пустующих участков.

Некоторые ниши в стенах вмещают подушки, которые дети могут вынуть для сидения на полу или даже построить из них скульптуры или другие сооружения (рис. 8). После использования подушки складываются обратно в стену, давая детям возможность собрать своеобразный пазл. С помощью архитектурных ходов дизайнеры смогли интегрировать зоны отдыха и активные пространства, организовав их таким образом, чтобы было возможно реализовать оба сценария: и игровой, и обучающий. Наборы висячих деревьев дают детям возможность как поиграть вокруг них, так и выполняют функцию досок для рисования.

При сравнении отечественных и зарубежных новаторских проектов дизайна школ можно заметить, насколько более свободны в реализации зарубежные дизайнеры. Это связано с большим количеством российских стандартов и законов, четко описывающих назначения помещений, используемую мебель, материалы, цветовую гамму, планировку помещений и т. д. Все это ставит серьезные ограничения и препятствия при создании чего-то действительно нового и нестандартного. Именно поэтому модернизация школьных пространств в нашей стране в основном ограничивается декором стен.

Нереализованных проектов у нас большое количество. Рассмотрим некоторые из них.

Проект современной школы № 1282. Гибкость и многофункциональность школьной среды остается актуальной тенденцией при проектировании образовательного пространства. Эти принципы означают использование помещений для различных видов деятельности, а также существование возможности комбинировать отдельные секторы здания в случае необходимости.

В интерьере активно используются открытые системы хранения и модульная мебель (рис. 9) с возможностью создания разнообразных комбинаций из ее составных частей, многоуровневые подиумные конструкции и мобильные экраны. Возможность изменять окружающую среду по своему усмотрению, например с помощью перестановки, превращает учащихся в активных пользователей пространства и соучастников его проектирования: сами школьники решают, какой именно будет расстановка мебели в том или ином помещении.



Рис. 9. Проект современной школы № 1282. Холл [4]

Безусловно, в ходе анализа было рассмотрено гораздо большее количество проектов, но для вывода по данной теме достаточно рассмотренных выше. Несмотря на большое разнообразие современных проектов школ, большинство региональных школ (таких, как рассмотренный нами лицей № 32 г. Костромы) остаются далеки от современного дизайна.

## ВЫВОДЫ

Предметно-пространственная среда образовательных учреждений играет огромную роль в обучении и воспитании школьников. Отставание и несоответствие школьной среды запросам учителей и учеников связано с большим количеством ограничений, стандартов и правил, описывающих организацию школьной среды. Эти правила, как и организация учебного процесса в целом, не успевают за быстро изменяющимся современным миром. Тем не менее создать более комфортную среду можно и в условиях данных правил и даже без значительных изменений и затрат. Сделать это можно с помощью грамотного оформления стен, добавления акцентных пятен в отделку и мебель, применения модульных решений в проектировании систем хранения. Несомненно, требуется новый взгляд и подход к созданию школьной среды, позволяющий выйти за рамки шаблонов и стандартов. С этой непростой задачей помогут справиться креативные практики, которые позволяют выработать новаторские решения с прицелом на будущее.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Brooks Moscow School // Global Dialog. Обучение и образование за рубежом. URL: [https://www.globaldialog.ru/countries/rossiya/secondary\\_education/brookes-moscow-school](https://www.globaldialog.ru/countries/rossiya/secondary_education/brookes-moscow-school) (дата обращения: 12.11.2023).
2. Англо-Колумбийская школа, Богота, Колумбия // Строительный портал. URL: <https://ardexpert.ru/project/14311> (дата обращения: 12.11.2023).
3. Студия Edudesign. URL: <https://edudesign.ru> (дата обращения: 16.10.2023).
4. В Москве построили школу будущего // Livejournal. URL: <https://chistoprudov.livejournal.com/182647.html> (дата обращения: 12.11.2023).

## REFERENCES

1. Brooks Moscow School. GlobalDialog. Study and education abroad \*. URL: [https://www.globaldialog.ru/countries/rossiya/secondary\\_education/brookes-moscow-school](https://www.globaldialog.ru/countries/rossiya/secondary_education/brookes-moscow-school) (Accessed 12.11.2023).
2. Anglo-Colombian School, Bogota, Colombia. Construction Portal\*. URL: <https://ardexpert.ru/project/14311> (Accessed 12.11.2023).
3. Edudesign Studio\*. URL: <https://edudesign.ru> (Accessed 16.10.2023).
4. A school of the future was built in Moscow\*. Livejournal. URL: <https://chistoprudov.livejournal.com/182647.html> (Accessed 12.11.2023).

Статья поступила в редакцию 15.11.2023  
Принята к публикации 22.11.2023

\* Перевод названия источника выполнен авторами статьи / Translated by author's of the article.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Направляемый в редакцию материал должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других изданиях.

Материалы следует представлять в редакцию по электронной почте: e-mail: tik@ksu.edu.ru (для Смирновой Светланы Геннадьевны).

Для отправки статьи в редакцию можно воспользоваться сервисом «ПОДАТЬ СТАТЬЮ» на официальном сайте журнала tik.ksu.edu.ru. После заполнения всех полей необходимо ознакомиться с лицензионными условиями и поставить в соответствующем окне отметку о согласии с условиями публикации, затем прикрепить оформленную строго по требованиям журнала статью в форматах \*.doc (\*.docx), \*.pdf.

В течение недели статья будет рассмотрена на соответствие всем формальным показателям, после чего автору будет направлен ответ о приеме/неприеме статьи.

Убедительная просьба соблюдать нижеприведенные требования и порядок построения статьи, от этого зависит срок ее опубликования!

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (\*.doc, \*.docx, \*.rtf). В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc). Также необходимо приложить файл статьи в формате \*.pdf.
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами, библиографическим списком и переводами – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 70–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список источников оформляется по ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и формируется в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку источников [5]. Если в тексте дается прямое цитирование, то в отсылке после номера источника указывают номер страницы, на которой содержится цитируемый фрагмент. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2). Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть представлены в текстовом редакторе Microsoft Word, располагаться в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретную таблицу, например (табл. 2). Структура таблицы должна быть ясной и четкой, каждое значение должно находиться в отдельной строке (ячейке таблицы). Все графы в таблицах должны быть озаглавлены. Одновременное использование таблиц и графиков (рисунков) для изложения одних и тех же результатов не допускается. В таблицах возможно использование меньшего кегля, но не менее 10.

12. Формулы выполняются только в редакторе MS Equation 3.0.
13. Десятичные дроби имеют в виде разделительного знака запятую (0,78), а при перечислении десятичных дробей каждая из них отделяется от другой точкой с запятой (0,12; 0,087).

### Построение статьи

Порядок размещения материала должен соответствовать представленному ниже списку.

1. Тип статьи (научная статья, обзорная статья, дискуссионная статья, краткое сообщение).
2. Индекс УДК.
3. DOI (окончательно ставится в редакции).
4. Имя, отчество, фамилия автора (полностью).
5. Полное название организации, город, страна (в именительном падеже) – место работы или учебы автора.
6. Адрес электронной почты каждого автора (без слов e-mail).
7. Открытый идентификатор каждого автора (ORCID).
8. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
9. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
10. Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.
11. Аннотация (70–120 слов).
12. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
13. Тип статьи, ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
14. Текст статьи.
15. Список источников (формируется в порядке упоминания, нумеруется).
16. References.

### Рекомендации по транслитерации

Перечень затекстовых библиографических ссылок на латинице (“References”) представляется согласно стилю оформления (Vancouver Style), принятому в редакции журнала.

К каждой библиографической записи необходимо найти верифицированный (используемый автором цитируемого источника) перевод названия статьи и названия журнала. Чаще всего перевод названия статьи, предложенный автором или редакторами журнала, можно найти на странице журнала в сети Интернет, или на странице журнала в РИНЦ на сайте <http://elibrary.ru>. Если такое название не удастся найти, но следует перевести название на английский язык самостоятельно, после такого перевода необходимо поставить звездочку\* и в конце списка оставить примечание: *\*Перевод названия источника выполнен автором статьи / Translated by author of the article*. Звездочка ставится после каждого названия, переведенного лично автором статьи. Если перевод названия был найден в верифицированных источниках, звездочку ставить не надо.

Транслитерация производится с помощью автоматического транслитератора, например, <http://translit-online.ru>. Важно использовать системы автоматического перевода кириллицы в романский алфавит; не делать транслитерацию вручную.

При подготовке раздела References транслитерируются:

- фамилия, инициалы автора (если нет автора, то транслитерируется ФИО редактора, которые берутся из сведений об ответственности, размещенных в русскоязычном описании за одной косой чертой);
- название журнала/сборника;
- название места издания;
- название издательства.

### Транслитерированные списки необходимо переработать с учетом следующих требований.

Все сведения об авторах статьи размещаются в начале библиографической записи (даже если авторов более трех). Перед инициалами в фамилиях запятая не ставится. Если в статье цитируется источник без авторства, то в начало библиографической записи выносятся данные о составителе издания или других лицах, упомянутых в сведениях об ответственности (с указанием роли в скобках после имени),

*например: / ред. И. И. Иванов → Ivanov I. I. (ed.).*

Разделительные знаки между полями:

- при описании книг: London, Taylor & Francis, 2006. 216 p.
- при описании статей: 2008;451(7177):397–399.

Знаки препинания (в том числе кавычки) должны использоваться по правилам английского языка (необходимо заменять кавычки «елочки» на “лапки”).

*Схема описания статьи:*

- авторы (транслитерация);
- перевод названия статьи на английский язык;
- название русскоязычного источника (транслитерация) курсивом;
- перевод названия источника на английский язык в квадратных скобках;
- выходные данные (только цифровые);
- указание на язык книги (In Russ.). Приводится только для русскоязычных источников.

*Например:*

Zagurenko A. G., Korotovskikh V. A., Kolesnikov A. A., Timonov A. V., Kardymon D. V. Technical and economic optimization of hydrofracturing design. *Neftyanoe khozyaistvo* [Oil Industry]. 2008;11:54–57. (In Russ.)

*Схема описания книги в целом (монографии и т. п.):*

- авторы (транслитерация);
- перевод названия монографии на английский язык;
- выходные данные: место издания на английском языке, издательство на английском языке, если это организация (Moscow St. Univ. Publ.), и транслитерация, если издательство имеет собственное название с указанием на английском языке, что это издательство (Nauka Publ.);
- количество страниц в издании (500 p.);
- указание на язык книги (In Russ.).

*Например:*

Timoshenko S. P., Young D. H., Weaver W. Vibration problems in engineering. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1985. 472 p. (In Russ.)

Hindelang S., Krajewski M., eds. Shifting paradigms in international investment law: More balanced, less isolated, increasingly diversified. Oxford, Oxford University Press, 2015. 432 p.

**Подробную информацию по оформлению статьи  
и составлению списка источников см.:**

**<https://tik.ksu.edu.ru/documents/journal/requirements.ru.pdf>.**

---

Научное издание

## ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2023 – № 4(62)

ДЕКАБРЬ

*Рецензируемый периодический научный журнал*

**Учредитель и издатель:**

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Костромской государственный университет»

**Главный редактор**

СМИРНОВА СВЕТЛАНА ГЕННАДЬЕВНА

кандидат технических наук, доцент

Издается с 1999 года

*Журнал зарегистрирован*

*Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Регистрационный номер: ПИ № ФС 77-75262 от 7.03.2019 г.*

**16+**

*Подписной индекс 94269 в каталоге «Пресса России»*

---

---

Редактор	О. В. Тройченко
Компьютерная верстка	Н. И. Поповой
Перевод	С. А. Грозовского

Издательско-полиграфический отдел  
Костромского государственного университета

Подписано в печать 26.12.2023. Дата выхода в свет 2.04.2024. Формат бумаги 60×90 1/8.  
Печать трафаретная. Печ. л. 9,0. Заказ 217. Тираж 500.  
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:  
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17/11  
tik@ksu.edu.ru

Отпечатано ИПО КГУ  
156005, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17/11  
Т. 63-49-00, доб. 3110. E-mail: ipo@ksu.edu.ru

Перепечатка без разрешения редакции запрещена, ссылки на журнал при цитировании обязательны