



ISSN 2587-6147

16+



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

1(71)
2026



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

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

Издается с 1999 года

2026

№ 1(71)

МАРТ

TECHNOLOGIES & QUALITY

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

Appears since 1999

2026

No 1(71)

MARCH

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 СМЕРНОВА
кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

**Заместитель главного редактора
и 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

АРТЕМ РУФИМОВИЧ ДЕНИСОВ
доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

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-Петербургский государственный
университет промышленных технологий и дизайна

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ
доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский государственный
экономический университет

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ
доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ КРУГЛОВ
кандидат технических наук, доцент,
Ивановский государственный политехнический университет

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН
доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

НАТАЛЬЯ ДМИТРИЕВНА ОЛТАРЖЕВСКАЯ
доктор технических наук, профессор,
ООО «Колитекс», г. Москва

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

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

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

Зарубежные члены редакционной коллегии

ВЕЙЛИН СЮ
профессор, Уханьский текстильный университет
(Китайская Народная Республика)

САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ
доктор технических наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет
(Республика Узбекистан)

НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА ЯСИНСКАЯ
доктор технических наук, профессор
Витебский государственный технологический университет
(Республика Беларусь)

EDITORIAL BOARD STAFF:

Editor-in-chief
SVETLANA GENNADIEVNA SMIRNOVA
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

**Deputy Editor-in-Chief
and 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

ARTEM RUFIMOVICH DENISOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Saint Petersburg
Electrotechnical 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 University
of Industrial Technologies and Design

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

ANDREY VLADIMIROVICH KRUGLOV
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

ALEKSEY YURIEVICH MATROHIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

NATALIA DMITRIEVNA OLTARZHEVSKAYA
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kolitex LLC, Moscow

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Bauman Moscow State Technical University

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA
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

YURIY STEPANOVICH SHUSTOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kosygin State University of Russia
(Technologies. Design. Art)

Foreign members of the Editorial Board

WEILIN XU
Professor, Wuhan Textile University
(China)

SALOHIDDIN ZUNUNOVICH YUNUSOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Transport University
(Republic of Uzbekistan)

NATALIA NIKOLAEVNA YASINSKAYA
Doctor of Technical Sciences, Professor
Vitebsk State Technological University
(Republic of Belarus)

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Абдель Вахед А. Э., Абуталипова Л. Н.,
Азанова А. А.**

К вопросу оценки потребительских
предпочтений «умной» спортивной одежды5

Тарасов С. Д.

Методика синтеза математической модели
топографии натуральной кожи..... 11

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Иванов В. В., Трещалин Ю. М.,
Трещалин М. Ю., Матрохина А. Ю.,
Онипченко Н. А., Грузинцева Н. А.**

Полифункциональные съемно-разъемные
термочехлы из волокнистых материалов:
оптимизация теплозащиты трубопроводов
и оборудования теплосетей 19

**Севостьянов П. А., Бурдин И. М.,
Самойлова Т. А., Городенцева Л. М.**

О чувствительности D -метода
обнаружения периодичности25

**Сысоев В. А., Назмутдинов Р. Р.,
Гарифуллина А. Р., Зинкичева Т. Т.,
Калукова М. Н., Петров Д. С.**

Оценка влияния свойств среды на аминолиз
алкиленкарбонатов с применением
квантово-химического моделирования29

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

**Богачева С. Ю., Мещеряков А. В.,
Гордеев А. К.**

Роликовые радиально-упорные
подшипники качения.....35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исаева М. В., Киприна Л. Ю., Семенов Н. М.

Идентификация пользователей
в информационной системе
управления проектно-образовательными
интенсивами студентов40

CONTENTS

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

**Abdel Wahed A. E., Abutalipova L. N.,
Azanova A. A.**

A study of consumer preferences
for “smart” sportswear5

Tarasov S. D.

Method of synthesis of a mathematical model
of the topography of natural leather 11

TECHNOLOGY OF TEXTILE PRODUCTS AND LIGHT INDUSTRY

**Ivanov V. V., Treshchalin Yu. M.,
Treshchalin M. Yu., Matrohin A. Yu.,
Onipchenko N. A., Gruzinceva N. A.**

Multifunctional removable and detachable thermal
covers made of fibrous materials: optimisation
of thermal protection of pipelines
and heating system equipment 19

**Sevostyanov P. A., Burdin I. M.,
Samoilova T. A., Gorodentseva L. M.**

On the sensitivity of the D method
of periodicity detection.....25

**Sysoev V. A., Nazmutdinov R. R.,
Garifullina A. R., Zinkicheva T. T.,
Kalukova M. N., Petrov D. S.**

Assessment of environmental effects
on aminolysis of alkylencarbonates using
quantum chemical modelling29

TECHNOLOGICAL MACHINERY AND EQUIPMENT

**Bogacheva S. Yu., Meshcheryakov A. V.,
Gordeev A. K.**

Roller radially
resistant bearings35

INFORMATION TECHNOLOGIES

Isaeva M. V., Kiprina L. Yu., Semenov N. M.

Identification of users in
the information management system
for project-based
educational intensive students40

ДИЗАЙН**Галанин С. И., Зябликов А. В.**

Нетрадиционные материалы
в ювелирных украшениях и бижутерии:
социокультурное измерение.....48

Сильянов А. О., Галанин С. И.

Особенности проектирования рельефа
поверхности литых ювелирных изделий
с учетом финишной галтовки.....58

Романов А. А.

Дизайн и проектирование
технологического процесса изготовления
украшений с использованием
нетрадиционных материалов и покрытий.....63

Цветков Д. М.

Методы лазерной обработки поверхности
металлов для дизайнерских решений69

Сильянов А. О.

Исследование проливаемости
различных драгоценных сплавов
на операции «прямого» литья
по выплавляемым моделям.....76

ТРЕБОВАНИЯ**К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ81****DESIGN****Galanin S. I., Zyablikov A. V.**

Non-traditional materials
in jewellery and costume jewellery:
socio-cultural dimension48

Silyanov A. O., Galanin S. I.

Peculiarities of surface relief design
cast jewellery taking
into account finishing galting58

Romanov A. A.

Design and process design
of the technological process of manufacturing
of jewellery and costume jewellery with the use
of non-traditional materials and coatings63

Tsvetkov D. M.

Methods of laser surface processing
of metals for design solutions.....69

Silyanov A. O.

Investigation of the spillability
of different precious alloys
in the “direct” casting operation
by embryous models76

REQUIREMENTS**TO REGISTRATION OF ARTICLE81**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 004.93

EDN NVXJUW

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>

Адель Эссам Абдель Вахед¹

Людмила Николаевна Абуталипова²

Альбина Альбертовна Азанова³

^{1,2,3} Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹ adelarab@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6387-2248>

² azanovlar@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3995-0009>

³ abutalipo@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2461-937X>

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ «УМНОЙ» СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

Аннотация. В статье представлено исследование потребительских предпочтений спортивной одежды со встроенной электроникой. Рассмотрены виды электродов и способы их интеграции в швейное изделие. Проведен опрос потребительского мнения об одежде, который определил основные ожидания покупателя от «умной» спортивной футболки: легкость (малая масса), эластичность материала, простота в уходе, устойчивость к износу и цена. Наиболее желательными функциями по убыванию являются: отслеживание частоты пульса, количество затраченных калорий, таймер, регулирующий время тренировки, контроль мышечной усталости. На вопрос о способах интеграции электроники в одежду более половины респондентов отметили, что положительно относятся к наличию съемных элементов. Результаты опроса доказали востребованность спортивных изделий со встроенной электроникой.

Ключевые слова: «умная» одежда, спортивная одежда, электроды, датчики, потребители, опрос, потребительские предпочтения

Для цитирования: Абдель Вахед А. Э., Абуталипова Л. Н., Азанова А. А. К вопросу оценки потребительских предпочтений «умной» спортивной одежды // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 5–10. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>.

Original article

Adel E. Abdel Wahed¹

Ludmila N. Abutalipova²

Albina A. Azanova³

^{1,2,3} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

A STUDY OF CONSUMER PREFERENCES FOR “SMART: SPORTSWEAR

Abstract. The article presents a study of consumer preferences for “smart” sportswear. It examines the types of electrodes and methods of integrating them into garments. A survey of consumer preferences for clothing was conducted, which identified the main characteristics of a “smart” sports T-shirt: lightness, elasticity of the material, ease of care, durability, and price. The most desirable features, in descending order, include: heart rate monitoring, calorie count, a timer to regulate training time, and muscle fatigue monitoring. When asked about ways to integrate electronics into clothing, more than half of the respondents were positive about the presence of removable elements. The survey results proved the demand for sports products with built-in electronics.

© Абдель Вахед А. Э., Абуталипова Л. Н., Азанова А.А., 2026

Keywords: “smart” clothing, sportswear, textile electrodes, sensors, consumers, survey, customers’ preferences

For citation: Abdel Wahed A. E., Abutalipova L. N., Azanova A. A. A study of consumer preferences for “smart” sportswear. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 5–10. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-5-10>.

«Умными» называют текстильные изделия, которые воспринимают и реагируют на условия окружающей среды. Среди направлений разработки такой одежды ведущее положение занимает спортивная одежда. Она способна собирать данные различных физиологических параметров человека, включая биоэлектрические сигналы, температуру, влажность кожи, химический состав пота и содержание определенных веществ [1]. Примерами биоэлектрических сигналов являются электрокардиография (ЭКГ) и электромиография (ЭМГ) [2]. ЭКГ позволяет отследить сердечный ритм, ЭМГ собирает информацию о мышечной активности и демонстрирует интенсивность тренировки определенной мышцы [3]. Мониторинг сигналов ЭКГ и ЭМГ в реальном времени осуществляется через электроды, которые собирают и передают информацию об изменениях в организме человека на приемное устройство. При сокращении мышцы в теле человека происходит возбуждение заряженных частиц, что сигнализирует об

определенных изменениях в организме (сокращение мышцы, надрыв и т. д.). Данные частицы попадают на электрод, который принимает и передает электрические сигналы благодаря содержанию в составе электропроводящих компонентов. В одежде чаще всего используют текстильные электроды (электроды на основе текстиля), которые интегрируются в изделие и за счет гибкости обеспечивают удобство при эксплуатации. Такой текстиль может сохранять и передавать заряженные частицы с тела человека на датчик или в некоторых случаях сразу на устройство, например смартфон.

Существуют несколько разновидностей электродов, различающихся по составу и принципу эксплуатации. В качестве электропроводящих компонентов в электродах на основе текстиля обычно используют серебро, графен или углеродные нанотрубки [2]. По принципу эксплуатации выделяют сухие, полусухие и влажные электроды (табл.).

Т а б л и ц а

Виды электродов и их характеристика

Тип	Характеристика	Область применения
Влажные электроды	Традиционные одноразовые электроды, применяются с проводящей пастой или гелем, обеспечивающим минимальное сопротивление на границе электрод – кожа и высокое качество сигнала. Используются для коротких записей	Медицина
Сухие электроды	Многоразовые, не требуют нанесения проводящего геля или пасты; контактируют с кожей напрямую; удобны для длительного ношения, но могут давать более высокое сопротивление и чувствительность к движению, сигнал слабее, больше шумов (требует фильтрации)	Спорт: фитнес-браслеты, головные гарнитуры
Полусухие электроды	Многоразовые, содержат встроенный источник влаги (например, гель в микрокапсулах, который медленно высвобождается); обеспечивают более стабильный контакт, чем сухие, без необходимости дополнительной обработки кожи. Качество сигнала ближе к влажным, но по удобству использования схожи с сухими	Спорт и медицина: мобильные устройства

Сухие электроды разработаны для мониторинга ЭКГ, устранения недостатков традиционных гелевых электродов: липкости и высыхания. Важными характеристиками электродов является сопротивление (импеданс) на границе электрод – кожа и возможность его измерения как для постоянного, так и для переменного тока. Кроме того, на этой границе возникает напряжение поляризации – разность потенциалов, связанная с электрохимическими процессами

между кожей и электродом. Для корректного сбора сигналов ЭКГ очень важен низкий импеданс переменного тока в частотном диапазоне 0,1...200 Гц. Наиболее низкий импеданс можно получить при применении 3D вязаных серебряных текстильных электродов [4].

Для электрического соединения и создания связи с электродом и датчиком используются различные методы интеграции в текстильное изделие.

1. Внедрение электрода в изделие с использованием ниточного, сварного или клеевого соединений и непосредственное его соединение с приемным устройством. Данный метод является одним из самых распространенных. Непосредственно к электроду прикрепляется датчик, на-

пример с помощью металлических «кнопок». Такой метод встречается в спортивной одежде и часто в качестве отдельного устройства (рис. 1). Несмотря на простоту и доступность, кнопки имеют большой недостаток, связанный с неудобством при физической активности человека [5].



Рис. 1. Примеры интеграции текстильных электродов в текстиль:

а – текстильный электрод с кнопками для крепления датчиков; *б* – текстильные электроды, интегрированные в футболку (разработка компании Nippon Telegraph and Telephone Corporation (Япония) [6])

2. Использование электропроводящих волокон в структуре текстильного материала [7] позволяет расположить датчик на любом участке изделия, при этом способы крепления электрода к изделию такие же, как и при первом методе. Передача электрического сигнала от электрода к датчику осуществляется за счет электропроводящих нитей, интегрированных в структуру полотна. Схема передачи данных выглядит так: электрод – нить – датчик. Метод является наиболее практичным, так как имеет больше вариаций для реализации в изделии.

3. Применение гибких «тканевых датчиков-микрочипов», интегрированных в структуру материала. В данном случае электронные элементы встраиваются в структуру полотна, но не в самих нитях. Гибкие микрочипы и датчики внедряются между волокнами или слоями ткани, выполняя функции сенсоров или дисплеев. Как правило, полотно остается прежним по структуре, а электронные элементы лишь добавляются [5].

4. Использование микросхем, встроенных в волокна нитей. Данный метод подразумевает интеграцию на более глубоком уровне: микросхемы помещаются внутрь полимерной заготовки для нити, из которой затем термическим вытягиванием получают «умную» нить. В результате электронные устройства становятся частью самой нити, а не ткани в целом. Такой метод позволяет разместить множество микрочипов

внутри одного волокна и обеспечивает более надежную и устойчивую интеграцию [8].

Таким образом, стремительное развитие инновационных технологий позволяет расширять возможности их применения практически во всех областях, а растущее разнообразие видов «умной» одежды демонстрирует ее востребованность и широкие перспективы развития. В нашей стране такая одежда находится на начальной стадии внедрения в массовый рынок, поэтому отечественные разработки, которых пока очень мало, крайне актуальны [9]. Для отечественных швейных предприятий по изготовлению спортивной одежды расширение линейки продукции за счет внедрения одежды со встроенными электронными устройствами может стать одним из путей выхода на новые рынки. Работа направлена на изучение отношения потребителей к «умной» спортивной одежде с целью дальнейшего проектирования спортивной футболки со встроенными датчиками и внедрения в массовое производство.

Сбор информации проводился в виде онлайн-опроса среди целевой аудитории – молодых людей, занимающихся спортом (г. Казань), количество опрошенных 300 человек. Опрос включал ряд вопросов об отношении респондентов к «умной» одежде со встроенными электронными устройствами. Все вопросы были сформулированы с учетом того, что респонденты

не являются прямыми потребителями данных изделий, но имеют представления о них и в основном могут дать данные для анализа. Согласованность мнений респондентов составила 72 %, что свидетельствует о достаточно однородном восприятии «умной» одежды в выбранной целевой группе и позволяет использовать полученные результаты для дальнейших выводов и обобщений.

В первой половине опроса задавались вопросы, касающиеся пола, возраста, заинтересованности респондентов в занятиях спортом. Больше половины респондентов, участвовавших в опросе, – молодые люди от 16 до 25 лет. Частотность занятий спортом 3–5 раз в неделю, большинство опрошенных тренируются в спортзалах. Во второй половине анкеты респондентов просили подробно ответить на вопросы по предпочтениям в спортивной одежде. На вопрос о предпочтении респондентами брендов спортивной одежды были выделены марки Nike, Puma, Adidas, Demix.

Респондентам были предложены варианты функции «умной» одежды, наиболее предпочтительными оказались измерение пульса во время тренировок (46,4 %) и встроенные элементы охлаждения или согревания (45,4 %). На

вопрос о функциях «умной» спортивной футболки предпочтения разделились следующим образом: отслеживание частоты пульса (66,7 %), количество затраченных калорий (49,0 %), таймер, регулирующий время тренировки (37,9 %), контроль мышечной усталости (32,6 %). На вопрос о дизайне большая часть опрошенных (73,5 %), отметили, что предпочли бы изделие классического стиля (однотонный минимализм). Все это говорит о заинтересованности потребителей в функциях, отвечающих за состояние здоровья во время тренировок, чем за эстетичность и дизайн.

На вопрос «Готовы ли Вы рассмотреть покупку футболки с встроенными датчиками?» почти половина опрошенных ответила утвердительно, а треть затруднилась с ответом (рис. 2). Следующий вопрос касался применения различных методов интеграции электронных устройств в одежду. Более половины респондентов (49,5 %) ответили, что наличие съемных элементов – это удобно; 33 % не дали определённого ответа. Затруднение с ответами респондентов, очевидно, является показателем низкой информированности населения о видах и возможностях «умной» одежды.

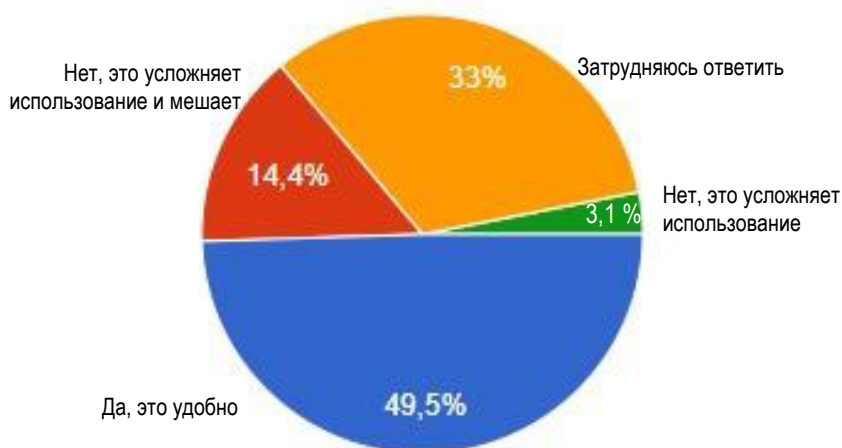


Рис. 2. Ответы на вопрос: «Готовы ли Вы рассмотреть покупку футболки со встроенными датчиками?»

Важным свойством спортивной футболки назвали «легкость» (малую массу) изделия (75 %), а также эластичность и удобство при движении (68 %) и прочность и долговечность (42 %). Такие свойства материалов, как гигроскопичность (27 %) и защита от запахов (30 %) выделили около трети опрошенных. 90,9 % отметили важность легкого ухода за подобной одеждой, чтобы футболка была пригодной для стирки в машине и быстро сохла (46,5 %).

Половина опрошенных согласна заплатить за «умную» спортивную футболку от 2000 до

5000 руб. – 44,4 %, но следующим наиболее популярным ответом был диапазон 5000...10000 руб. (27,3 %). Также среди респондентов были и те, кто был готов заплатить за изделие с предложенными технологиями сумму до 2000 руб., и только 3 % были согласны потратить более 10 тыс. руб. за изделие.

ВЫВОДЫ

1. Описаны виды электродов и методы интеграции электроники в одежду. Проведен опрос среди целевой аудитории «умной» спор-

тивной одежды, согласно которому более половины респондентов положительно относятся к интеграции, предполагающей наличие съемных элементов.

2. Результаты опроса позволили сформулировать предпочтения массового потребителя к «умной» футболке:

– наиболее желательными функциями по убыванию являются: отслеживание частоты

пульса, количество затраченных калорий, таймер, регулирующий время тренировки, контроль мышечной усталости;

– легкость и эластичность материала, простота ухода и устойчивость изделия к износу;

– классический стиль (однотонный минимализм);

– доступная цена.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. «Умная одежда» будущего: есть ли потенциал? // Хабр : сайт. URL: <https://habr.com/ru/articles/455126> (дата обращения: 25.05.2025).
2. Deyao S. AI based fatigue assessment system for athletes using smart textile wearables. URL: <https://theses.hal.science/tel-04985192v1> (дата обращения: 25.05.2025).
3. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference / G. Loke, T. Khudiyev, B. Wang et al. // Nature Communications. 2021. No 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23628-5>.
4. Namale E. N. Smart Sock Wear Test for Student Athletes: A Subjective Comfort Evaluation. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements. For the degree of Master of Science in Family and Consumer Sciences – Apparel Design and Merchandising. December 2024. URL: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/m039kf896> (дата обращения: 25.05.2025).
5. Huan C., Advancements in Human Motion Capture Technology for Sports: A Comprehensive Review // Sensors and Materials. 2024. Vol. 36, No. 7. P. 2705–2726. URL: <https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=5084> (дата обращения: 25.05.2025).
6. Котов П. Японцы разработали биосовместимую электродную ткань для одежды // Про Робот : инф. сайт. URL: https://www.prorobot.ru/22/biosovmestimaya_tkan.php (дата обращения: 24.02.2025).
7. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference / G. Loke, T. Khudiyev, B. Wang et al. // Nature Communications. 2021. No 12. P. 3317. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23628-5> (дата обращения: 25.06.2025).
8. How Smart Clothing Works with Embedded Sensors and Connected Textiles. URL: <https://www.nanowerk.com/smart/smart-clothing.php> (дата обращения: 25.05.2025).
9. Основные направления развития инновационных технологий в создании системы энергообеспечения «умной одежды» / А. В. Круглов, Е. С. Телегин, А. Ю. Матрохин, Н. А. Грузинцева // Технологии и качество. 2023. № 2(60). С. 25–29.

REFERENCES

1. Smart Clothing of the Future: Is There Potential? URL: <https://habr.com/ru/articles/455126> (accessed 25.05.2025). (In Russ.)
2. Deyao S. AI based fatigue assessment system for athletes using smart textile wearables. URL: <https://theses.hal.science/tel-04985192v1> (accessed 25.05.2025).
3. Loke G., Khudiyev T., Wang B. et al. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference. Nature Communications. 2021.12(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23628-5>.
4. Namale E. N. Smart Sock Wear Test for Student Athletes: A Subjective Comfort Evaluation. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements. For the degree of Master of Science in Family and Consumer Sciences – Apparel Design and Merchandising. December 2024. URL: <https://scholarworks.calstate.edu/downloads/m039kf896> (accessed 25.05.2025).
5. Huan C. Advancements in Human Motion Capture Technology for Sports: Comprehensive Review. Sensors and Materials. 2024;36,7:2705–2726. URL: <https://sensors.myu-group.co.jp/article.php?ss=5084> (accessed 25.05.2025).
6. Kotov P. The Japanese have developed a biocompatible electrode fabric for clothing. Pro Robot, sait. URL: https://www.prorobot.ru/22/biosovmestimaya_tkan.php (accessed 25.05.2025). (In Russ.)
7. Loke G., Khudiyev T., Wang B. et al. Digital electronics in fibres enable fabric-based machine-learning inference. Nature Communications. 2021;12:3317. URL: <https://www.nature.com/articles/s41467-021-23628-5> (accessed 25.05.2025).
8. How Smart Clothing Works with Embedded Sensors and Connected Textiles. URL: <https://www.nanowerk.com/smart/smart-clothing.php> (accessed 25.05.2025)

9. Kruglov A. V., Telegin E. S., Matrokhin A. Yu., Gruzintseva N. A. Main directions for the development of innovative technologies in creating the power supply system of “smart clothing”. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;2(60):25–29. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.11.2025

Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. Э. Абдель Вахед, аспирант

Л. Н. Абуталипова, доктор технических наук, профессор

А. А. Азанова, доктор технических наук, профессор

Научная статья

УДК 687.022

EDN VYVWYQ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-11-18>

Сергей Дмитриевич Тарасов

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

ooo-kk-44@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9830-658X>

МЕТОДИКА СИНТЕЗА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТОПОГРАФИИ НАТУРАЛЬНОЙ КОЖИ

Аннотация. В статье рассматривается предложенная методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи на основе экспериментальных значений, полученных при испытании образцов материала. Объектом исследования является натуральная кожа, используемая при изготовлении обувной продукции. Предмет исследования – закономерности распределения различных показателей по поверхности натуральной кожи, на основании которых возможно математически обоснованно выделить различные топографические участки. Предложенная методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи включает в себя следующие этапы: разработка схемы расположения образцов на листе материала, которая оптимальна для построения математической модели; проведение испытаний образцов и получение численных значений показателей материала; определение координат образцов в локальной системе координат; аппроксимация полученных данных посредством сети радиально-базисных функций; определение необходимого для производства численного значения показателя; выделение топографического участка. Методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи реализована в виде программы ЭВМ. Методика апробирована на отрезе натуральной кожи, для апробации использовались показатели испытания на изгиб методом плоской петли.

Ключевые слова: натуральная кожа, топографические участки, испытание на изгиб, аппроксимация, математическая модель, упругость, работа изгиба, коэффициенты пропорциональности, модуль упругости

Для цитирования: Тарасов С. Д. Методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 11–18. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-11-18>.

Original article

Sergey D. Tarasov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

METHOD OF SYNTHESIS OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE TOPOGRAPHY OF NATURAL LEATHER

Abstract. This article discusses a proposed method for synthesizing a mathematical model of natural leather topography based on experimental values obtained during testing of material samples. The object of the study is natural leather used in the manufacture of footwear. The subject of the study is the patterns of distribution of various indicators over the surface of natural leather, based on which it is possible to mathematically justify the identification of various topographic areas. The proposed method for synthesizing a mathematical model of natural leather topography includes the following stages: developing a sample arrangement scheme on a sheet of material, which is optimal for constructing a mathematical model; testing samples and obtaining numerical values of material indicators; determining sample coordinates in a local coordinate system; approximating the obtained data using a network of radial basis functions; determining the numerical value of the indicator required for production; identifying a topographic area. The method for synthesizing a mathematical model of natural leather topography is implemented in the form of a computer program. The method was tested on a cut of natural leather, using bending test parameters using the ring method.

Keywords: natural leather, topographic areas, bending test, approximation, mathematical model, elasticity, bending work, proportionality coefficients, modulus of elasticity

For citation: Tarasov S. D. Method of synthesis of a mathematical model of the topography of natural leather. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 11–18. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-11-18>.

Существуют методы разделения натуральной кожи на топографические участки – чепрак, полы, ворот. Данные методы носят или характер статистического усреднения, или основаны на органолептических показателях, таких как одушистость. Такие методы разделения топографических участков имеют ключевой недостаток – отсутствие объективности и точности. Предлагается новая методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи на основе измеримых, объективных значений показателей материала. Рассмотрим этапы синтеза математической модели топографии натуральной кожи согласно предложенной методике.

1. Разработка схемы расположения проб для последующих испытаний на листе материала. Для построения математической модели топографии кожи необходимо собрать наиболее полную информацию о распределении показателей на площади листа материала. Такой подход оправдан тем, что натуральная кожа, в отличие от тканых материалов, имеет сложную структуру анизотропии (у натуральной кожи общая анизотропия, у ткани – ортотропная анизотропия), и численные значения показателей образца будут зависеть не только от выбранного направления, но и от расположения пробы на площади листа материала. Чем более плотно расположены пробы для испытаний на листе кожи, тем более точной и объективной будет последующая топографическая модель данного листа материала. Наиболее простой схемой расположения проб на листе кожи является их размещение в узлах локальной системы координат, привязанной к контуру данного листа. Условная, абстрактная схема такого расположения представлена на рисунке 1. Крупными точками показано расположение образцов.

Существует два государственных стандарта, согласно которым производится отбор проб. ГОСТ 938.0–75 «Кожа. Правила приемки. Методы отбора проб» и ГОСТ 8977–74 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости» [1, 2]. Несмотря на то что ГОСТ 8977–74 не регламентирует работу с натуральной кожей, его целесообразно использовать взамен ГОСТ 938.0–75, так как последний не регламентирует отбор проб для некоторых испытаний разных

сортов натуральной кожи. Так, для кожи крупного рогатого скота (КРС) хромового дубления не указано, как отбирать образцы на изгиб методом кольца. Также ГОСТ 938.0–75 регламентирует отбор пробы только для одной области из листа кожи, что не может обеспечить отображение распределения значений показателей на листе кожи.

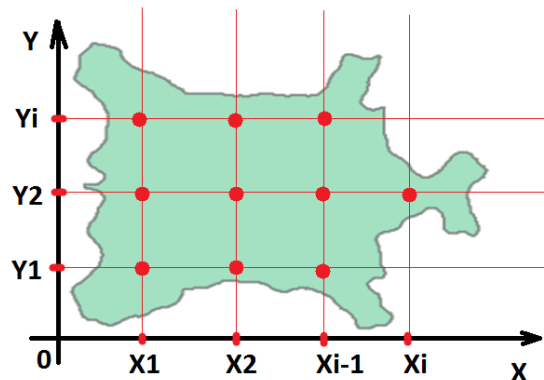


Рис. 1. Общая схема расположения проб на площади листа материала

2. Проведение испытаний. Расположенные и размеченные на листе кожи пробы необходимо вырезать и подвергнуть испытаниям с целью получения различных показателей. Данными испытаниями могут быть растяжение, изгиб, сдвиг, кручение, прокол, измерение толщины и другие методы получения численных значений показателей материала.

3. Определение координат мест расположения проб в локальной системе координат, которая имеет привязку к контуру материала. Координаты необходимы для последующей аппроксимации значений показателей. За координаты пробы можно принять координаты ее геометрического центра или центра симметрии. Так как проба, как правило, имеет прямоугольную форму, эти две точки для нее совпадают.

4. Аппроксимация полученных показателей функцией двух переменных (поверхностью) $z = z(x, y)$. Для аппроксимации данных, имеющих привязку к координатной системе плоскости, оптимальным решением является использование суммы радиально-базисных функций (РБФ). Данный метод сочетает в себе преимущества интерполяции – сумма радиально-базис-

ных функций включает в себя узловые точки и в то же время сохраняет преимущества классической аппроксимации – поверхность образуется таким образом, чтобы сумма ошибок квадратов по классическому методу наименьших квадратов была минимальной. Сумма радиально-базисных функций – это сумма некоторых элементарных функций, каждая из которых имеет вес. РБФ описывается выражением

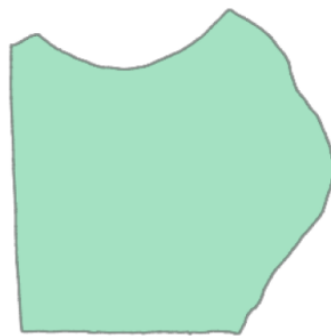
$$z = z(x, y) = \sum_{i=1}^N w_i \phi(\|(x, y) - (x_i, y_i)\|), \quad (1)$$

где $z = z(x, y)$ – аппроксимирующая функция;
 N – количество узлов аппроксимации (количество образцов);
 w_i – вес i -й базисной функции, вычисляется с помощью специального метода, на практике может быть заменен значением аппроксимируемого параметра в точке (x_i, y_i) ;
 $\|(x, y) - (x_i, y_i)\|$ – евклидово расстояние между точкой аппроксимации и узлом аппроксимации;
 ϕ – радиально-базисная функция, наиболее часто применяется функция $\phi(a) = e^{-\epsilon a^2}$ [3].

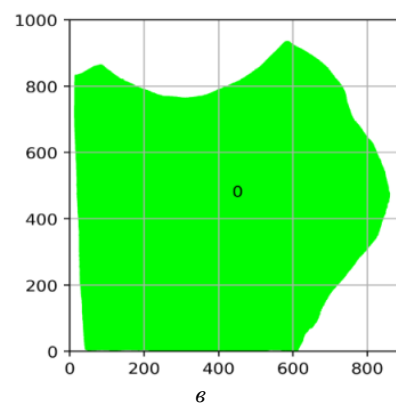
Аппроксимация РБФ достаточно сложная, однако сейчас в базовых математических библиотеках Python и MATLAB аппроксимация РБФ уже реализована в виде программных функций и ее применение не вызывает затруднений.



а



б



в

Рис. 2. Выделение контура отреза кожи:

а – исходная фотография; б – выделенный контур кожи; в – масштабированный контур и полигон кожи

Из отреза кожи были вырезаны прямоугольные образцы 95×20 мм на расстоянии 50 мм один от другого, согласно ГОСТ 8977–74. Схема расположения мест отбора проб на листе кожи и нумерация данных проб представлены на рисунке 3. Также на рисунке показан процесс определения координат мест отбора проб в локальной системе координат. Начало координат расположено в месте пересечения двух линеек.

5. Выделение участка кожи по численному значению показателя. Определим необходимое численное значение показателя материала. Обозначим его как C . Например, это может быть значение толщины или упругости. Выделим участок материала, на котором значение функции $z = z(x, y)$ равно или больше, чем C . Выделение участка производится с помощью определенной ранее аппроксимирующей функции и математической модели контура материала, методика синтеза которой представлена нами ранее [4]. Задается неравенство

$$z(x, y) \geq C. \quad (2)$$

Посредством программы ЭВМ производится поиск таких x и y , для которых верно неравенство (2) и которые располагаются внутри контура материала.

Разработанная методика синтеза математической модели топографии натуральной кожи апробирована на задаче построения модели топографии для кожного полуфабриката. Показателями материала выбраны параметры, получаемые при испытании на изгиб методом кольца. На производстве был взят полуфабрикат кожи КРС хромового дубления для верха обуви. Перед разрезом кожи на пробы произведен синтез математической модели контура данной кожи. Фотография полуфабриката кожи и математическая модель его контура представлены на рисунке 2.

Вырезанные пробы были подвергнуты испытанию на изгиб методом плоской петли на электронной лабораторной установке В. В. Лапшина, управляемой программой ЭВМ Hardness [5]. Данная установка работает по принципу прибора ПЖУ-12М, посредством которой ГОСТ 8977–74 рекомендует проводить испытания на изгиб, но в отличие от ПЖУ-12М установка и программа Hardness протоколируют ход испытания и производят первичный анализ экспери-

ментальных данных. Также измерена толщина образцов посредством толщиномера ТР 25-60Б. Лабораторные инструменты, применявшиеся в исследовании, представлены на рисунке 4.

Программа Hardness при испытании методом плоской петли позволяет определять не только значение упругости образца материала, но и такой крайне важный показатель, как работа изгиба – интеграл функции усилия изгиба, зависящей от величины деформации. Также программа Hardness позволяет строить диаграммы изгиба зависимости усилия от величины

деформации изгиба, что важно для определения модулей упругости в продольном направлении. У диаграммы изгиба натуральной кожи существует два линейных упругих участка. Данные участки представлены на рисунке 5. Коэффициенты k_1 , k_2 также необходимы для анализа материала. Данные коэффициенты пропорциональны модулям упругости материала.

Численные значения показателей проб натуральной кожи, полученные в результате испытаний на изгиб и при измерении толщины, представлены в таблице.



Рис. 3. Схема расположения образцов и их нумерация. Определение координат образцов кожи

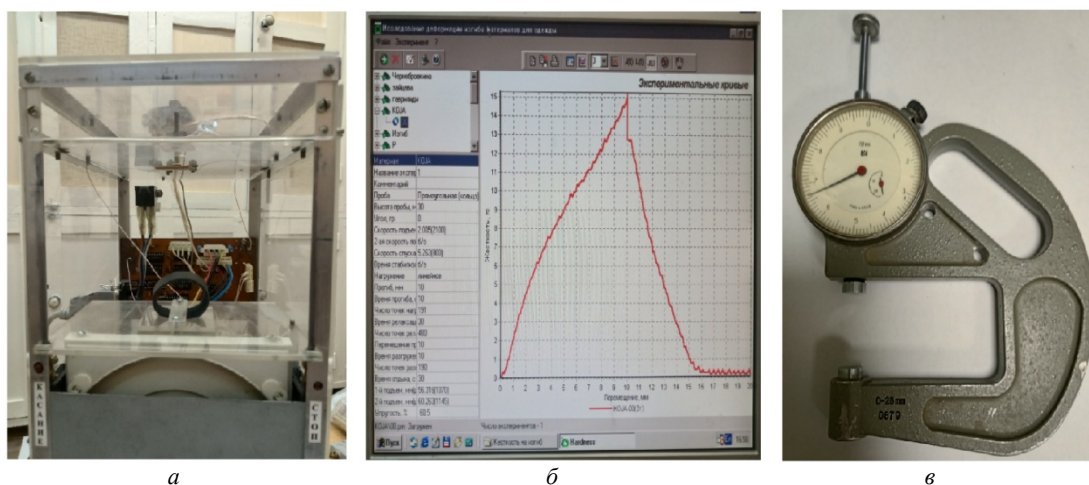


Рис. 4. Лабораторное оборудование для исследования:

a – установка для испытания на изгиб методом плоской петли; *б* – окно программы Hardness; *в* – толщиномер ТР 25-60Б

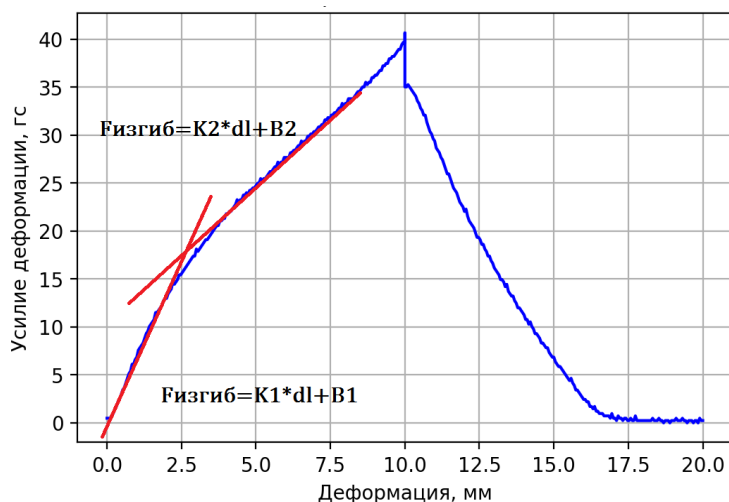


Рис. 5. Линейные участки диаграммы изгиба (92) и их аппроксимация

Т а б л и ц а

Численные значения показателей образцов натуральной кожи

Номер образца	Координаты (x, y)	Упругость, %	Работа изгиба, мкДж	Толщина, мм	k_1	k_2
00	(79, 769)	60,5	118,09	1,0	2,357	1,038
01	(221, 769)	72,6	106,89	1,1	1,813	1,041
03	(506, 769)	82,1	209,94	1,0	4,184	2,112
04	(649, 769)	74,2	271,14	1,1	4,097	2,588
10	(79, 695)	72,1	289,49	1,1	4,606	1,922
11	(221, 695)	61,6	175,30	1,0	2,985	1,670
12	(365, 695)	63,7	134,55	1,0	2,608	1,500
13	(506, 695)	73,7	333,29	1,1	6,234	1,565
14	(649, 695)	69,5	328,20	1,2	6,262	1,311
20	(79, 632)	62,1	184,58	1,2	3,672	1,075
21	(221, 632)	63,2	143,42	1,2	3,185	1,578
22	(365, 632)	68,9	291,36	1,1	4,879	1,427
23	(506, 632)	72,6	322,47	1,1	6,321	1,571
24	(649, 632)	70,0	280,58	1,2	4,877	1,889
30	(79, 552)	64,2	232,96	1,2	4,712	1,830
31	(221, 552)	67,4	219,22	1,2	3,771	2,092
32	(365, 552)	64,2	209,02	1,2	4,158	2,130
33	(506, 552)	70,5	264,18	1,1	4,909	2,158
34	(649, 552)	65,3	188,59	1,1	3,883	2,466
40	(79, 479)	62,1	287,21	1,3	3,010	2,626
41	(221, 479)	70,5	211,36	1,3	4,336	2,728
42	(365, 479)	63,7	204,05	1,3	3,896	2,761
43	(506, 479)	65,8	278,19	1,2	5,245	2,725
44	(649, 479)	60,5	175,87	1,2	3,362	2,843
50	(79, 412)	70,0	343,95	1,3	5,110	2,843
51	(221, 412)	62,6	250,35	1,4	5,097	2,826
52	(365, 412)	67,4	271,04	1,3	4,248	2,925
53	(506, 412)	66,3	200,14	1,2	3,910	2,967
54	(649, 412)	70,5	232,47	1,2	4,417	3,004
60	(79, 344)	70,0	419,94	1,3	5,000	3,031
61	(221, 344)	64,2	232,29	1,3	4,279	3,161
62	(365, 344)	66,8	210,99	1,3	2,878	3,251
63	(506, 344)	66,8	180,21	1,3	3,762	3,227
64	(649, 344)	75,3	375,92	1,2	6,019	3,317
70	(79, 266)	71,1	424,77	1,3	7,958	3,550
71	(221, 266)	68,4	259,23	1,3	5,678	3,508
72	(365, 266)	80,5	463,14	1,2	4,496	3,695
73	(506, 266)	67,9	322,47	1,2	6,321	3,671
74	(649, 266)	75,3	324,92	1,3	5,413	3,682
80	(79, 198)	71,1	374,59	1,3	6,925	3,730

О к о н ч а н и е т а б л .

Номер образца	Координаты (x, y)	Упругость, %	Работа изгиба, мкДж	Толщина, мм	k_1	k_2
81	(221, 198)	69,5	468,84	1,3	3,761	3,755
82	(365, 198)	66,3	331,88	1,2	5,200	3,653
83	(506, 198)	73,2	392,13	1,2	6,114	3,780
90	(79, 125)	71,6	503,11	1,4	9,056	3,847
91	(221, 125)	70,0	356,78	1,3	5,517	3,819
92	(365, 125)	69,5	339,09	1,4	6,433	3,807
93	(506, 125)	66,8	365,66	1,3	5,757	3,957
102	(365, 55)	67,4	647,32	1,3	9,747	3,929
103	(506, 55)	68,9	714,94	1,3	5,905	3,944
П1	(750, 514)	72,1	256,90	1,1	4,848	2,732
П2	(750, 379)	65,8	331,22	1,1	6,401	2,693

Полученные численные значения показателей испытания на изгиб были аппроксимированы суммой радиально-базисных функций. В результате получили поверхности, каждая точка высоты которых соответствует численному зна-

чению того или иного показателя. Поверхности показателей в виде проекции типа «тепловая карта» на участок плоскости, содержащей контур материала, представлены на рисунке 6*.

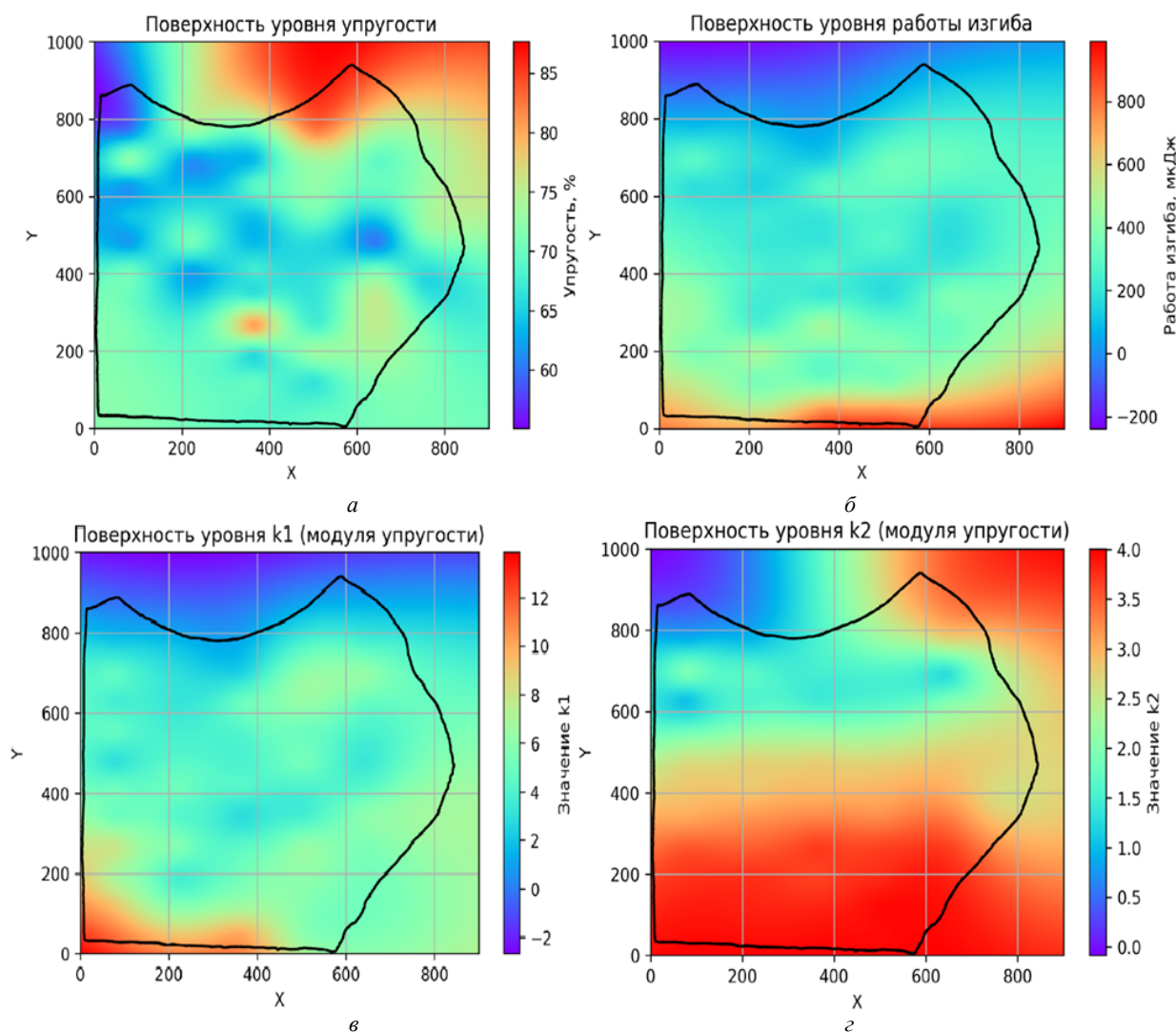


Рис. 6. Поверхности зависимостей значений показателей кожи от координат мест отбора проб на коже:

a – поверхность уровня упругости, %; *б* – поверхность уровня работы изгиба, мкДж;

в – поверхность уровня коэффициента k_1 ; *з* – поверхность уровня коэффициента k_2

* С полноцветной версией статьи можно ознакомиться на официальном сайте журнала: <https://tik.kosgos.ru/documents/journal/requirements.ru.pdf>.

Как видно из графиков проекции поверхностей показателей, выраженное топографическое распределение существует лишь у коэффициента k_2 . Вычислив корреляцию между показателями проб натуральной кожи и толщиной, можно прийти к выводу, что отсутствие выраженного распределения у всех остальных показателей по поверхности кожи объясняет разброс толщины проб, поскольку что толщина прямо влияет на многие показатели. Зависимости средних значений показателей по каждому уровню

толщины представлены на рисунке 7. Синие точки – экспериментальные данные показателей, красные точки – их средние значения.

Однако, по уровню коэффициента k_2 можно выделить топографический участок. Определим значение $k_2 \geq 3,5$. Топографический участок полуфабриката кожи, для которого неравенство истинно, представлен на рисунке 8, обозначен синим цветом внизу изображения кожи. На выделенном участке посредством методики [4] размещена часть набора деталей модели M250H.

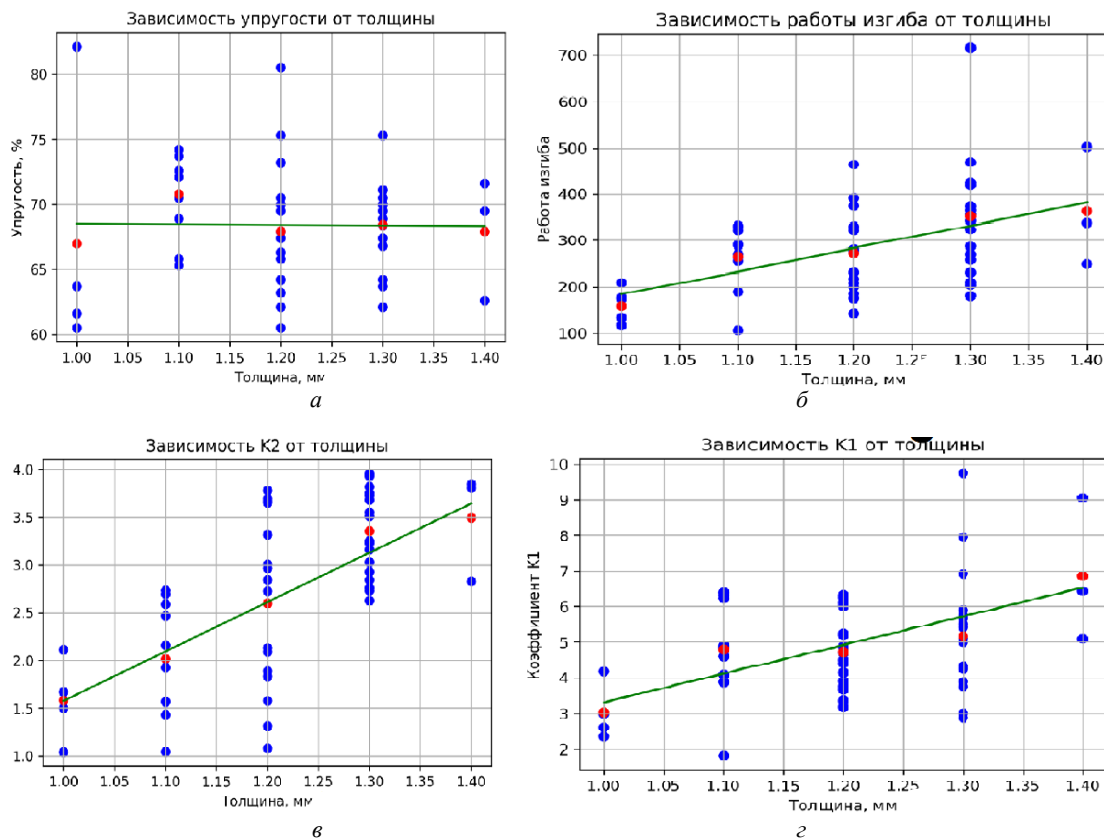


Рис. 7. Корреляции между уровнями толщины и параметрами проб:

а – зависимость упругости от толщины; б – зависимость работы изгиба от толщины; в – зависимость коэффициента k_2 от толщины; г – зависимость коэффициента k_1 от толщины

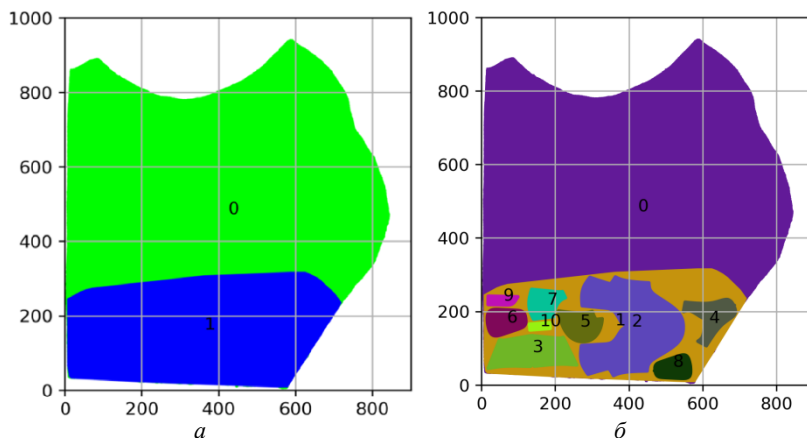


Рис. 8. Топографический участок кожи:

а – участок, на котором $k_2 \geq 3,5$ (синий полигон внизу рисунка); б – размещение деталей обуви на выделенном топографическом участке

ВЫВОДЫ

Разработанная методика синтеза математической модели топографии позволяет на основании численных значений показателей определять топографию кожного полуфабриката. Это большое преимущество данной методики по сравнению с методикой ГОСТ 3123–78 [6], которая определяет топографические участки кожи только по приблизительным геометриче-

ским параметрам цельной кожи, что исключает определение топографии у полукожи или кожи неправильной формы. В то же время предложенная методика имеет недостаток в части разрушения исследуемого материала, что позволяет применять ее только к большим партиям материала одного сорта и приблизительно равных геометрических параметров.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 938.0–75. Кожа. Правила приемки. Методы отбора проб. М. : Изд-во стандартов, 2013. 33 с.
2. ГОСТ 8977–74. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости. М. : Изд-во стандартов, 2013. 6 с.
3. Горбаченко В. И. Нейрокомпьютеры в решении краевых задач теории поля. М. : Радиотехника, 2003. 336 с.
4. Тарасов С. Д. Математическая и программная модель адаптивной методики размещения деталей обуви с учетом контура и топографии кожи // Технологии и качество. 2025. № 3(69). С. 44–50.
5. Лапшин В. В. Разработка методологических основ и автоматизированного измерительного комплекса для оценки свойств текстильных материалов : дис. ... д-ра техн. наук. Кострома, 2020. 318 с.
6. ГОСТ 3123–78. Производство кожевенное. Термины и определения. М. : Изд-во стандартов, 1995. 40 с.

REFERENCES

1. *GOST 938.0–75. Kozha. Pravila priemki. Metody otbora prob.* [State Standard 938.0–75. Leather. Acceptance Rules. Sampling Methods]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 2013. 33 p. (In Russ.)
2. *GOST 8977–74. Kozha iskusstvennaya i plenochnye materialy. Metody opredeleniya gibkosti, zhestkosti i uprugosti* [State Standard 8977–74. Artificial Leather and Films. Methods for Determining Flexibility, Rigidity, and Elasticity]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 2013. 6 p. (In Russ.)
3. Gorbachenko V. I. Neurocomputers in Solving Boundary Value Problems of Field Theory. Moscow, Radiotekhnika Publ., 2003. 336 p. (In Russ.)
4. Tarasov S. D. Mathematical and software model of the adaptive method of placing shoe parts taking into account the contour and topography of the leather. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;3(69):44–50. (In Russ.)
5. Lapshin V. V. Development of methodological foundations and an automated measuring complex for assessing the properties of textile materials. Doct. techn. sci. dis. Kostroma, 2020. 318 p. (In Russ.)
6. *GOST 3123–78. Proizvodstvo kozhevennoe. Terminy i opredeleniya* [State Standard 3123–78. Leather production. Terms and definitions]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1995. 40 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.01.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С. Д. Тарасов, аспирант

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья

УДК 691-494

EDN ERHEYX

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-19-24>

Владислав Викторович Иванов¹

Юрий Михайлович Трещалин²

Михаил Юрьевич Трещалин³

Алексей Юрьевич Матрохин⁴

Никита Андреевич Онопченко⁵

Наталья Александровна Грузинцева⁶

¹ ООО «Термопол», ТМ «Холлофайбер», Москва, Россия

^{2,3} Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

^{4,5,6} Ивановский государственный политехнический университет, г. Иваново, Россия

¹ i-vlad@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9233-8604>

² antropog@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0006-9314-4362>

³ mtreschalin@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-4022-4716>

⁴ matrokhin.igta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2373-3904>

⁵ onipchenko.nikita@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0003-8996-3160>

⁶ gna76@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4312-6901>

ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СЪЕМНО-РАЗЪЕМНЫЕ ТЕРМОЧЕХЛЫ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ: ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛОЗАЩИТЫ ТРУБОПРОВОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОСЕТЕЙ

Аннотация. В статье приведен комплексный анализ теплофизических и эксплуатационных свойств высокопористых термоскрепленных нетканых материалов на полиэфирной основе для обоснования их применения в качестве эффективного функционального слоя в полифункциональных съемно-разъемных термочехлах для трубопроводных систем. Проведены лабораторные испытания образцов нетканых полотен с различной поверхностной и объемной плотностью. Определены их эффективные коэффициенты теплопроводности. Для моделирования теплообмена использован подход к волокнистому материалу как к сплошной пористой среде. Термическое сопротивление и параметры изоляционного слоя рассчитаны по классическим методикам для многослойных стенок. Установлено, что нетканый материал обладает эластичностью, формоустойчивостью, технологичностью монтажа, устойчивостью к УФ-излучению и безопасностью. Высокопористые нетканые материалы на полиэфирной основе научно обоснованы как высокоэффективная, технологичная и долговечная альтернатива традиционным утеплителям (например, минеральной вате) для энергоэффективных термочехлов. Полученные расчетные зависимости позволяют проводить оптимизированное проектирование изоляционных конструкций.

Ключевые слова: трубопроводы, теплозащитные чехлы и покрытия, многофункциональные волокнистые материалы, оборудование, эластичные волокнистые материалы, нетканые материалы, энергоэффективность

Для цитирования: Полифункциональные съемно-разъемные термочехлы из волокнистых материалов: оптимизация теплозащиты трубопроводов и оборудования теплосетей / В. В. Иванов, Ю. М. Трещалин, М. Ю. Трещалин, А. Ю. Матрохин, Н. А. Онопченко, Н. А. Грузинцева // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 19–24. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-19-24>.

Original article

Vladislav V. Ivanov¹

Yuriy M. Treshchalin²

Mihail Yu. Treshchalin³

Aleksey Yu. Matrohin⁴

Nikita A. Onipchenko⁵

Natal'ya A. Gruzinceva⁶

¹ Thermopol, LLC, Hollowfiber®, Moscow, Russia

^{2,3} Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

^{4,5,6} Ivanovo State Polytechnic University, Ivanovo, Russia

MULTIFUNCTIONAL REMOVABLE AND DETACHABLE THERMAL COVERS MADE OF FIBROUS MATERIALS: OPTIMIZATION OF THERMAL PROTECTION OF PIPELINES AND HEATING SYSTEM EQUIPMENT

Abstract. *The article presents a comprehensive analysis of the thermophysical and operational properties of highly porous thermally bonded polyester-based nonwovens to justify their use as an effective functional layer in multifunctional removable and detachable thermal protective coatings for pipeline systems. Laboratory tests of samples of nonwovens with different surface and bulk densities have been carried out. Their effective coefficients of thermal conductivity are determined. An approach to a fibrous material as a continuous porous medium is used to model heat transfer. The heat resistance and parameters of the insulating layer are calculated according to classical methods for multilayer walls. It has been established that non-woven fabric has elasticity, shape stability, ease of installation, UV resistance and safety. It has been scientifically proven that polyester-based highly porous nonwovens present a highly efficient, technologically advanced and durable alternative to traditional insulating materials (e.g. mineral wool) for creating energy-efficient thermal insulation coatings. The calculated dependences obtained make it possible to optimise the design of thermal insulation structures.*

Keywords: *pipelines, thermal covers, multifunctional non-woven materials, equipment, elastic nonwovens, non-woven materials, energy efficiency*

For citation: Ivanov V. V., Treshchalin Yu. M., Treshchalin M. Yu., Matrohin A. Yu., Onipchenko N. A., Gruzinceva N. A. Multifunctional removable and detachable thermal covers made of fibrous materials: optimisation of thermal protection of pipelines and heating system equipment. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 19–24. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-19-24>.

Повышение энергоэффективности и снижение потерь тепловой энергии в трубопроводных системах технологических процессов, теплоснабжения и ЖКХ является критически важной задачей для национальной экономики и экологии. Традиционные решения (минераловатные, пенополиуретановые, вспененные каучуковые изоляции), хотя и широко применяются, обладают рядом системных недостатков в контексте эксплуатации сложных трубопроводных контуров. К ним относятся: неэластичность, приводящая к образованию «мостиков холода» на стыках и в сложных узлах; гигроскопичность с потерей изоляционных свойств при увлажнении; низкая ремонтпригодность (неразъемные конструкции); деградация и потеря целостности при циклических температурных и вибрационных нагрузках, особенно в условиях отрицательных температур. Эти недостатки обуславливают повышенные эксплуатационные расходы, необходимость частой заме-

ны и, как следствие, недостаточный общий энергосберегающий эффект.

В качестве инновационной альтернативы рассматриваются полифункциональные эластичные съемно-разъемные термочехлы. Ключевым элементом их конструкции выступает утепляющий слой на основе современных нетканых материалов, к которому, помимо высоких теплоизоляционных свойств, предъявляются обязательные требования по огнестойкости и устойчивости к УФ-излучению. Эти характеристики являются критически важными для обеспечения долговечности, пожарной безопасности и эксплуатационной надежности изделий, особенно при наружном или промышленном использовании. Перспективным материалом, способным соответствовать данному комплексу требований, является нетканый материал на полиэфирной основе с соответствующими модификациями. Такой материал способен сохранять эластичность, механическую целостность и изоляционные свойства в широком диапазоне тем-

ператур, включая отрицательные, демонстрируя при этом необходимые показатели пожаробезопасности и стойкости к солнечной радиации.

Основной целью исследования является комплексный анализ и экспериментальное обоснование эффективности применения отечественных нетканых материалов, отвечающих в том числе требованиям огнестойкости и УФ-устойчивости, в качестве функционального теплоизоляционного слоя для создания энергоэффективных полифункциональных термочехлов. Для достижения поставленной цели:

- проведен анализ современных отечественных высокопористых нетканых материалов, обладающих параметрами, обеспечивающими теплоизоляцию (плотность, толщина, пористость, теплопроводность в диапазоне рабочих температур и т. п.), а также необходимыми показателями огнестойкости и устойчивости к ультрафиолетовому излучению;
- определена зависимость коэффициента теплопроводности исследуемых материалов от температуры (включая отрицательный диапазон) и от степени сжатия/деформации, моделирующей монтаж на трубопроводе сложной конфигурации;
- сформулированы рекомендации по выбору конкретных видов (марок) нетканых материалов для различных температурных диапазонов и условий эксплуатации с учетом требований пожарной безопасности и УФ-защиты, а также по оптимизации конструкции термочехлов для максимального энергосберегающего эффекта.

МЕТОДЫ. Методология исследования базируется на синтезе экспериментального анализа материала и последующего инженерно-физического моделирования, направленного на оценку его поведения в реальной конструкции. Исследование проводилось с использованием

отечественных образцов объемных термоскрепленных нетканых полотен на основе 100 % полиэфира (ТМ «Холофайбер»), различающихся по поверхностной и объемной плотности. Теплофизические испытания проведены в лаборатории НИИ Строительной физики РААСН в соответствии с требованиями ГОСТ [1–3].

При измерении коэффициента теплопроводности использовался метод динамического калориметра. Замеры проводились на модифицированном измерителе теплопроводности ИТ-λ-400 в температурном интервале от –45 до 200 °С, с относительной погрешностью измерений не более 10 %.

Методика проведения эксперимента заключалась в следующем.

Испытываемый образец, диаметром 15 мм, помещался на контактную пластину тепломера, после чего закрывался подвижной оболочкой, которая предохраняет измерительную ячейку от контакта с окружающей средой. Затем устанавливалась температура, до которой необходимо нагреть образец, и включался электронагреватель. Тепловой поток $Q(t)$, направленный снизу вверх, нагревал образец до заданной температуры. Этот момент определялся прохождением стрелки микроамперметра через нулевую отметку. Как только стрелка регистрирующего прибора достигала нуля, замерялись значения n_0 и n_T (в микроамперах) путем переключения тумблера, расположенного на передней панели прибора. После определения n_0 и n_T устанавливается новое значение температуры и измерения повторяются.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. При исследовании теплофизических свойств экспериментально установлены значения эффективного коэффициента теплопроводности $\lambda_{эф}$ для трех образцов нетканых полотен (табл.).

Т а б л и ц а

Значения эффективного коэффициента теплопроводности $\lambda_{эф}$ нетканых материалов

Наименование материала (волоконный состав ПЭ-100 %)	Поверхностная плотность, г/м ²	Толщина, мм	Объемная плотность, кг/м ³	Эффективный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	Пористость
Образец № 1	2823	100,5	28,10	0,0371	0,955
Образец № 2	3498	100,3	34,88	0,0365	0,944
Образец № 3	3732	100,3	37,20	0,0365	0,940

Принимая во внимание экспериментальные данные, а также осредненные характеристики волоконистого состава ($d_x = 0,00003305$ м и $\rho_x = 622,08$ кг/м³ – диаметр и объемная плотность одиночной полиэфирной мононити, соответственно), проведены комплексные исследования нетканых полотен [4], в результате которых выведены эмпирические зависимости $\lambda_{эф}$ от клю-

чевых структурных параметров: пористости ξ и плотности ρ материала:

$$\lambda_{эф}(\xi) = -0,12029\xi^{2,5} - 2,66946 \cdot 10^{-3}\xi^{0,5} + 0,149;$$

$$\lambda_{эф}(\rho) = -0,014033\rho^{0,35} - 8,287732 \cdot 10^{-4}\rho^{0,75}. \quad (1)$$

Для оценки теплопроводящей способности нетканых материалов, состоящих иногда из нескольких разнородных слоев (так называемый пакет или применяемый в теплотехнике термин «многослойная стенка»), используется понятие термического (теплого) сопротивления R , ($\text{м}^2 \cdot \text{К}$)/Вт. Выражение для полного термического сопротивления R теплоизолированного трубопровода, где доминируют сопротивление изоляции и внешней теплоотдачи, имеет вид:

$$R = \frac{1}{2} \lambda_{\text{эф}} \ln \frac{d_i}{d_1} + \frac{1}{\alpha_2 d_1}, \quad (2)$$

где d_1 , d_i – диаметр теплоизоляции, внешний и внутренний диаметры трубопровода соответственно;

α_2 – коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к внутренней стенке трубы.

На основе (1) получены расчетные формулы для определения необходимого диаметра и толщины изоляционного слоя.

$$\begin{aligned} d_i &= d_1 e^A; \\ \delta_i &= \frac{d_i - d_1}{2}, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{где } A = 2 \lambda_{\text{эф}} \left[R - \frac{1}{\alpha_2 d_1} \right].$$

К целесообразности применения в качестве теплоизоляции высокопористых нетканых материалов следует также отнести проблему увеличения энергопотерь вследствие износа агрегатов и деталей защищаемого термочехлами теплового оборудования, подверженного системному и длительному, на протяжении всего периода эксплуатации, изменению термического и влажностного режимов. В связи с этим практически нулевая гигроскопичность (0,6...0,9%) является существенным преимуществом указанных нетканых полотен по сравнению с применяемыми в настоящее время материалами с высокими показателями гигроскопичности, например с минеральной ватой.

Результатом проведенного исследования является комплекс оптимальных технических решений для термочехлов, направленный на преодоление фундаментальной проблемы существующих конструкций – их намокания и сорбции влаги. Данная проблема, возникающая из-за суточных и эксплуатационных колебаний температуры, конденсации и попадания влаги, приводит к резкой деградации изоляционных свойств. Сущность решений заключается в применении специально подобранных нетканых материалов

(основными критериями отбора являются минимальные значения коэффициента теплопроводности и толщины теплоизоляционного материала, соотношение которых определяет основной параметр – термическое сопротивление), которые не только принципиально повышают влагостойкость системы, но и обеспечивают высокие и стабильные теплоизоляционные показатели в условиях реальной эксплуатации. Теплоизоляционную эффективность таких материалов и созданных на их основе многослойных конструкций (количество слоев определяется максимально возможными геометрическими размерами термочехла и минимальными теплопотерями в окружающую среду) целесообразно рассматривать через призму моделирования сложного теплообмена в ограниченном пространстве. При этом каждый слой подбирается из условия минимальных значений коэффициента теплопроводности и толщины.

В соответствии с принятой аналогией, передача тепла через материал описывается законами теплопроводности. Для однородного слоя предполагается линейное изменение температуры по его толщине, тогда как для многослойного «пакета» график перепада температур становится ломаной линией. При этом крутизна изменения температуры на каждом участке обратно пропорциональна коэффициенту теплопроводности соответствующего слоя. Таким образом, целенаправленный подбор материалов с оптимальными характеристиками позволяет проектировать термочехлы с управляемым и устойчивым температурным полем, гарантирующим максимальный энергосберегающий эффект.

Намокание и адсорбция, отмеченная даже однократно на распространенных и применяемых конструкциях, например с минеральной ватой, способны не только повлиять на снижение теплозащитных характеристики термочехла в целом, но и спровоцировать коррозионные процессы, образование ржавчины на трубопроводных системах, запорной и регулирующей арматуре тепловых сетей, прочем оборудовании теплосетей. Немаловажно снижение эстетической функции изделий, подверженных коррозии и прочим негативным особенностям воздействия влаги (грибок, плесень и пр.).

Нулевая гигроскопичность важна для теплоизоляции фланцевых соединений, а также для требующих регулярного обслуживания задвижек, затворов, предохраняющих и регулирующих клапанов, вентилялей, фильтров, компенсаторов, теплообменников.

Преимущественным фактором, связанным с показателями гигроскопичности, является возможность оперативной очистки загрязнений съемно-разъемного термочехла, его ополаскива-

ния, принудительного смачивания, в некоторых конструкциях – стирки, не менее важна и устойчивость к воздействию мелкодисперсных растворов, маслянистых загрязнений и к их удалению.

Для анализа теплоизоляции были выбраны волокнистые материалы в виде полотен. Все они изготовлены из различных извитых упругих волокон пружинистой структуры, в том числе полых. Эти полотна оптимальны для простегивания в пакете с различными тканями, тканями с добавленными свойствами, пропитками, поверхностными слоями, неткаными материалами, ПВХ и пр., а также пригодными для получающего широкое распространение термического бесшовного соединения (термошов). Указанные материалы были применены как конструктивный компонент, снижающий интенсивность теплопередачи. Следует отметить, что используемый нетканый материал имеет в составе огнестойкие (в том числе полиэфирные) химические волокна, скрепленные термическим способом без клеевого связующего, который в течение всего срока службы сохраняет свои огнестойкие свойства [5].

Проведенный комплексный анализ позволяет заключить, что нетканые материалы обладают значительными преимуществами для применения в термочехлах, особенно в случаях, когда предъявляются повышенные требования к пожарной безопасности и гигиеническим нормам. К основным преимуществам следует отнести [6–8]:

- устойчивость к УФ-излучению (не деградируют под воздействием солнечного света, что важно при повреждении внешнего слоя);
- эластичность и формоустойчивость (оптимально облегают сложные контуры, минимизируют пустоты, сохраняя стабильный изолирующий слой воздуха);
- технологичность и удобство монтажа (легко режутся, сшиваются, соединяются различными способами (внахлест, встык, с крепежом, клеями), что упрощает создание и установку съемно-разъемных конструкций);
- экологичность и безопасность (безопасны для органов дыхания, не привлекательны для грызунов и насекомых);
- механическая стойкость (обладают прочностью, устойчивостью к истиранию и многократным деформациям (сжатию/восстановлению));
- широкий ассортимент и адаптивность (отечественная промышленность предлагает огромный выбор рецептур, позволяющий подобрать материал под конкретные требования (температура, среда, нагрузка));

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 54855–2011. Материалы и изделия строительные. Определение расчетных значений теплофизических характеристик. М. : Стандартинформ, 2019. 12 с.

– потенциал для интеграции (возможность встраивания в структуру материала обогревательных элементов (греющий кабель, проводящие нити)).

Недостатком нетканых материалов является ограничение по температуре применения (обычно до $\sim 200^\circ\text{C}$), требующее дополнительной огнезащиты для высокотемпературных сред.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Результаты исследования подтверждают высокий потенциал нетканых материалов как основы для создания современных энергоэффективных теплозащитных систем. Волокнистые материалы на полиэфирной основе являются высокоэффективной, технологичной и долговечной альтернативой традиционным утеплителям для съемно-разъемных термочехлов, особенно в условиях переменного влажностного режима. Результаты исследования могут быть использованы в инженерно-расчетной базе для внедрения нетканых материалов с целью повышения энергоэффективности трубопроводных систем.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально подтверждены низкие значения эффективного коэффициента теплопроводности ($\lambda_{\text{эф}} \approx 0,0365...0,0371$ Вт/(м·К)) для исследованных высокопористых ($\xi \geq 0,94$) термоскрепленных нетканых полотен на полиэфирной основе, что обеспечивает их эффективность в качестве «температурного демпфера».

2. Получены эмпирические зависимости $\lambda_{\text{эф}}$ от ключевых структурных параметров – пористости ξ и плотности ρ материала, а также выведены расчетные формулы для определения необходимой толщины изоляционного слоя на основе термического сопротивления R . Это позволяет проводить оптимизированное проектирование термочехлов.

3. Низкая гигроскопичность (0,6...0,9%) материала является критически важным преимуществом по сравнению с традиционными утеплителями (например, минеральной ватой). Это исключает потерю теплоизоляционных свойств и развитие коррозии на оборудовании из-за влаги, конденсата или протечек, а также позволяет очистку и мойку съемных чехлов.

4. Нетканый материал сочетает высокую эластичность и формоустойчивость для плотного облегания сложного контура, технологичность монтажа, устойчивость к УФ-излучению, механическую стойкость и безопасность для человека. Широкий ассортимент отечественных материалов позволяет адаптировать решение под конкретные задачи.

2. ГОСТ ISO 4116–2016. Система стандартов безопасности труда. Одежда и материалы для защиты от тепла и пламени. Ограниченное распространение пламени. Требования к огнестойкости. М. : Стандартиформ, 2019. 7 с.
3. ГОСТ 7076–99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. М., 1999. 22 с.
4. Трещалин Ю. М., Трещалин М. Ю. Системно-аналитический подход к исследованию волокнистых материалов. М. : БОС, 2018. 76 с.
5. Патент № 2702642 С1 Российская Федерация, МПКD01 F6/18. Нетканый теплоизоляционный огнестойкий дугостойкий материал: № 2019110895: заявл. 11.04.2019: опублик. 09.10.2019 / С. А. Махов, Е. В. Мезенцева, В. А. Гонтарь, В. В. Иванов [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО «Термопол».
6. Трещалин Ю. М., Трещалин М. Ю. Физика нетканых материалов. М. : БОС, 2024. 172 с.
7. Создание композитного теплоизоляционного материала с применением синтетических текстильных полотен / А. А. Кусенкова, Н. А. Грузинцева, М. А. Лысова, Б. Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. № 6(396). С. 303–307.
8. Мезенцева Е. В., Мишаков В. Ю., Ерофеев О. О. Аналитический подход в исследовании теплофизических свойств нетканых материалов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 6(384). С. 174–181.

REFERENCES

1. GOST R 54855–2011. *Materialy i izdeliya stroitel'nye. Opredelenie raschetnyh znachenij teplofizicheskikh harakteristik* [State Standard R 54855–2011. Building materials and products. Method for determining design thermal value]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 12 p. (In Russ.)
2. GOST ISO 4116–2016. *Sistema standartov bezopasnosti truda. Odezhda i materialy dlya zashchity ot tep-la i plameni. Ogranichennoe rasprostranenie plameni. Trebovaniya k ognestojkosti.* [State Standard ISO 4116–2016. Occupational safety standards system. Clothing and materials for protection against heat and flame. Limited flame spread. Fire resistance requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 7 p. (In Russ.)
3. GOST 7076–99. *Materialy i izdeliya stroitel'nye. Metod opredeleniya teploprovodnosti i termicheskogo soprotivleniya pri stacionarnom teplovom rezhime* [State Standard 7076–99. Building materials and products. Method for determining thermal conductivity and thermal resistance under steady-state thermal conditions]. Moscow, 1999. 22 p. (In Russ.)
4. Treshchalin Yu. M., Treshchalin M. Yu. A system-analytical approach to the study of fibrous materials: monograph. Moscow, BOS Publ, 2018. 76 p. (In Russ.)
5. Makhov S. A., Mezentseva E. V., Gontar V. A., Ivanov V. V., Nazarcev A. A. Patent No. 2702642 C1 Russian Federation, IPC D01F 6/18. Non-woven thermal insulation fire-resistant arc-resistant material: No. 2019110895: application 11.04.2019: published 09.10.2019 /; the applicant is Thermopol Limited Liability Company. (In Russ.)
6. Treshchalin Yu. M., Treshchalin M. Yu. Physics of nonwoven materials. Moscow, BOS Publ., 2024. 172 p. (In Russ.)
7. Kusenкова А. А., Грузинцева Н. А., Лысова М. А., Гусев В. Н. Creation of composite thermal insulation material with the use of synthetic textile fabric. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2021;6(396):303–307. (In Russ.)
8. Mezentseva E. V., Mishakov V. Yu., Erofeev O. O. Analytical approach in research thermal properties of non-woven materials. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2019;6(384):174–181. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.10.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

В. В. Иванов, кандидат филологических наук,
Ю. М. Трещалин, доктор технических наук, доцент
М. Ю. Трещалин, доктор технических наук, профессор,
А. Ю. Матрохин, доктор технических наук, профессор,
Н. А. Олимпченко, аспирант,
Н. А. Грузинцева, доктор технических наук, доцент

Научная статья

УДК 677.022 : 519.876.5

EDN DJYDIJ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-25-28>

Петр Алексеевич Севостьянов¹

Илья Максимович Бурдин²

Татьяна Алексеевна Самойлова³

Любовь Михайловна Городенцева⁴

^{1,2,3,4} Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), Москва, Россия

¹ petrsev46@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9919-5551>

² burd20@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0063-6952>

³ tasamo89@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2727-0011>

⁴ gorodentseva-lm@rguk.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3211-7718>

О ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ D-МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ

Аннотация. Рассмотрены возможности и перспективы использования D-метода обнаружения скрытых периодичностей в потоках данных, описывающих неровноту одномерных волокнистых потоков по переходам прядильных производств. Для исследования и анализа результатов использован метод компьютерной статистической имитации с применением классических критериев математической статистики. С высоким уровнем надежности установлены области возможного применения D-метода, в которых данный метод может иметь преимущества по сравнению с гармоническим спектральным анализом.

Ключевые слова: неровнота, случайные функции, продукты прядения, спектральный анализ, D-метод, имитационное статистическое моделирование, периодичность

Для цитирования: О чувствительности D-метода обнаружения периодичности / П. А. Севостьянов, И. М. Бурдин, Т. А. Самойлова, Л. М. Городенцева // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 25–28. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-25-28>.

Original article

Petr A. Sevostyanov¹

Ilya M. Burdin²

Tatiana A. Samoiloa³

Lubov M. Gorodentseva⁴

^{1,2,3,4} Kosygin State University of Russia (Technologies. Design. Art), Moscow, Russia

ON THE SENSITIVITY OF THE D-METHOD OF PERIODICITY DETECTION

Abstract. The potential and prospects for using the D-method for detecting hidden periodicities in data streams describing the unevenness of one-dimensional fibre flows across spinning mill transitions are examined. Computer statistical simulation, using classical mathematical statistics criteria, was used to study and analyse the results. Areas of potential application for the D-method, where it may offer advantages over harmonic spectral analysis, are reliably identified.

Keywords: unevenness, random process, spinning products, spectral analysis, D-method, statistical simulation, periodicity

For citation: Sevostyanov P. A., Burdin I. M., Samoiloa T. A., Gorodentseva L. M. On the sensitivity of the D-method of periodicity detection. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 25–28. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-25-28>.

Обнаружение и анализ источников возникновения периодической неровноты в одномерных продуктах прядильных производств является классической задачей технологии, которую решают методами автоматизированного гармонического спектрального анализа [1, 2]. Например, в прядильном производстве практически на всех этапах переработки поток волокнистого материала взаимодействует с вращающимися цилиндрическими поверхностями рабочих органов. При эксцентриситете вращения, вызванном различными причинами, в потоке возникает периодическая неровнота. Оценка периода позволяет найти источник возникновения неровноты. Наиболее распространенный подход к решению задачи заключается в оценке частотного спектра корреляционной функции (КФ) процесса. Пики в спектральной плотности дисперсии указывают на частоту и интенсивность периодических составляющих, например в линейной плотности потока $x(t)$, кг/с. В работах [1–3] описаны недостатки такого подхода. Между тем, для обнаружения скрытых периодичностей в потоке данных используют альтернативный, так называемый D -метод [3, 4]. В этом методе в качестве индикатора для обнаружения периодичности применяют частный случай структурных функций, известных при изучении нестационарных потоков данных, например при изучении турбулентности [5, 6]. Приводятся обоснованные доводы в пользу D -метода против гармонического анализа. Метод основан на проверке выполнения определяющего соотношения периодической функции $x(t+T) = x(t)$, $t > 0$. Нули и минимумы функции дают оценки периодов T . Трудоемкость метода (объем вычислений) сравним с трудоемкостью оценки спектра, но исключает получение ложных оценок.

Однако потоки данных, получаемые при контроле неровноты продуктов прядения (НПП), обладают известной спецификой: они описываются стационарными случайными функциями, которые могут содержать как детерминированные, так и случайные периодические компоненты. Поэтому целесообразность и эффективность применения D -метода требует специального изучения, результаты которого и приведены ниже. Отмеченная особенность неровноты продуктов прядения позволяет, в частности, при применении D -метода ограничиться D -функциями 1-го порядка:

$$D(T) = \frac{1}{T_m - T} \sum_{t=1}^{T_m - T} (x(t+T) - x(t))^2, \quad T = 1, \dots, T_{\max}, \quad (1)$$

где T_m – объем выборки;

T_{\max} – наибольшая ожидаемая величина периода, $T_{\max} \leq T_m - 1$.

Очевидно, что индикаторная функция $D(T)$ для периодической функции $x(t)$ с периодом T будет равна нулю, а при других T , отличных от периода, будет больше нуля. Таким образом, минимальное, нулевое значение $D(T)$ индицирует наличие в потоке значений $x(t)$ периода.

Если $x(t)$ является реализацией случайной функции, то значения $D(T)$ ни при каких T не обратятся в ноль, но могут быть близки к нему. В этой ситуации, типичной для НПП, необходимо проверять значимость отличия $D(T)$ от нуля. Поскольку выборки данных имеют, как правило, большой объем T_m , то для проверки данной гипотезы был использован критерий Стьюдента. Проверка выполнялась методом компьютерной имитации нескольких вариантов потоков данных с заранее известными вероятностными характеристиками.

Для имитации потоков использованы суммы двух составляющих – периодической $P(t)$ и случайной $R(t)$: $x(t) = P(t) + R(t)$.

$$P(t) = p_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_1}t\right) + p_2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_2}t - a\right), \quad (2)$$

где $R(t)$ – стационарный нормальный центрированный процесс с КФ.

$$K_1(\tau) = d \delta(\tau),$$

$$K_2(\tau) = d \exp\left(\frac{-\tau}{b}\right), \quad (3)$$

$$K_3(\tau) = d \exp\left(\frac{-\tau}{b}\right) \cos\left(\frac{2\pi}{T_3}\tau\right).$$

$K_1(\tau)$ соответствует стационарному белому шуму, остальные КФ – стационарным случайным функциям линейных процессов 1-го и 2-го порядков. В формулах (3) d – дисперсия случайной составляющей; τ – аргумент КФ; $a, b, p_1, p_2, T_1, T_2, T_3$ – параметры. Алгоритмы генерации потоков, имитирующих компоненты, описаны в руководствах по имитационному моделированию [7]. Большое количество и разнообразие параметров дало возможность достаточно полно исследовать свойства D -метода. Приведем основные выводы, вытекающие из результатов этих экспериментов.

Наличие периода $T = T_1$ в НПП при $p_2 = 0$ и $d = 0$, как и следовало ожидать, четко и точно обнаруживается нулевыми значениями $D(T)$. Присутствие в НПП двух периодических составляющих при $p_1 > 0$ и $p_2 > 0$ также надежно обнаруживается с помощью $D(T)$, причем независимо от соотношения периодов T_1 и T_2 , в том числе и для значений этих периодов, не имею-

щих общего кратного. Если ориентировочные значения периодов известны, то скорость их обнаружения и оценки оказывается несравнимо выше и точнее, чем методом гармонического спектрального анализа.

Присутствие в потоке данных $x(t)$ случайной составляющей с различными видами КФ (3) приводит, во-первых, к отсутствию нулей у функции $D(T)$, а во-вторых, к тому, что результаты вычислений по формуле (1) дают лишь оценку этой функции. Поэтому для оценки ее минимумов, соответствующих возможным периодам скрытых периодичностей, присутствующих в потоке данных, необходимы повторные оценки и поиск минимума как результата проверки статистической гипотезы. Именно такой способ поиска скрытых периодичностей и был использован в компьютерных экспериментах.

Было установлено, что периоды T_1 и T_2 обнаруживаются с надежностью 0,95 при условии,

что $\max\{p_1; p_2\} > 0,5\sqrt{d}$, т. е. если среднеквадратическое отклонение случайной составляющей потока данных, равное \sqrt{d} , не слишком велико для полного «зашумления» информации о периодичности, присутствующей в потоке данных.

Если НПП состоит только из случайной составляющей с КФ $K_3(\tau)$, то, несмотря на присутствие в этой КФ периодической составляющей, говорящей о колебаниях корреляции в потоке данных, скрытые периодичности не обнаруживаются, что соответствует структуре и свойствам такой НПП.

Полученные результаты имитационных компьютерных экспериментов для большого количества вариантов, близких к реально встречающимся при измерениях НПП, показали, что D -метод не дает значимых преимуществ для НПП по сравнению с методом гармонического спектрального анализа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Севостьянов А. Г. Современные методы исследования неровноты продуктов хлопкопрядения. М. : Легкая индустрия, 1966. 88 с.
2. Севостьянов П. А. Методы исследования и моделирования неровноты продуктов прядения, 2019. 240 с.
3. Серебренников М. Г., Первозванский А. А. Выявление скрытых периодичностей. М. : Наука, 1965. 244 с.
4. Вениаминов С. С. Выявление скрытых структурных закономерностей в процессах и сигналах: от космических исследований до анализа трендов рынка / науч. ред. Б. М. Шустов. 2-е изд., доп. М. : URSS-Ленанд, 2017. 211 с.
5. Монин А. С., Яглом А. М. Статистическая гидромеханика. Теория турбулентности. 2-е изд., перераб. и доп. СПб. : Гидрометеиздат, 1996. 741 с.
6. Романенко А. Ф., Сергеев Г. А. Вопросы прикладного анализа случайных процессов. М. : Сов. радио, 1968. 255 с.
7. Севостьянов П. А., Самойлова Т. А., Вахромеева Е. Н. О методе обнаружения скрытых периодичностей при автоматизированной обработке потоков оцифрованных данных // Современные инженерные проблемы в производстве товаров народного потребления : сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума IV Междунар. Косыгинского форума «Проблемы инженерных наук: формирование технологического суверенитета» (Москва, 20–22 февраля 2024 года). М., 2024. С. 93–98.

REFERENCES

1. Sevostyanov A. G. Modern methods of studying the unevenness of cotton spinning products. Moscow, Legkaya Industriya Publ., 1966. 88 p. (In Russ.)
2. Sevostyanov P. A. Methods for studying and modeling the unevenness of spinning products. Moscow, Kosygin Rus. St. Univ. Publ., 2019. 240 p. (In Russ.)
3. Serebrennikov M. G., Pervozvansky A. A. Identification of hidden periodicities. Moscow, Nauka Publ., 1965. 244 p. (In Russ.)
4. Veniaminov S. S., Shustov B. M. (ed.). Identification of hidden structural patterns in processes and signals: from space research to market trend analysis. 2nd ed., suppl. Moscow, URSS-Lenand Publ., 2017. 211 p. (In Russ.)
5. Monin A. S., Yaglom A. M. Statistical hydromechanics. Theory of turbulence. 2nd ed., revised and enlarged. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1996. 741 p. (In Russ.)
6. Romanenko A. F., Sergeev G. A. Issues of applied analysis of random processes. Moscow, Sov. Radio Publ., 1968. 255 p. (In Russ.)

7. Sevostyanov P. A., Samoiloва T. A., Vakhromeeva E. N. On the method of detecting hidden periodicities in automated processing of digital data streams. Modern engineering problems in the production of consumer goods: Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium of the IV International Kosygin Forum “Problems of Engineering Sciences: Formation of Technological Sovereignty” (Moscow, February 20–22, 2024). Moscow, Kosygin Rus. St. Univ. (Technologies. Design. Art) Publ., 2024. P. 93–98. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 20.12.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

П. А. Севостьянов, доктор технических наук, профессор

И. М. Бурдин, аспирант

Т. А. Самойлова, кандидат технических наук, доцент

Л. М. Городенцева, кандидат технических наук, доцент

Научная статья

УДК 675.04

EDN НХУВМВ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-29-34>

Владислав Александрович Сысоев¹

Ренат Равильевич Назмутдинов²

Альфия Раисовна Гарифуллина³

Тамара Томовна Зинкичева⁴

Марина Николаевна Калукова⁵

Дмитрий Сергеевич Петров⁶

^{1,2,3,4,5,6} Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

¹ Vlad.sisoev2012@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8876-224X>

² nazmutdi@kstu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4827-2649>

³ garalf@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2291-9555>

⁴ ZinkichevaTT@corp.knrtu.ru; <https://orcid.org/0009-0001-9844-9951>

⁵ vita310@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8652-7334>

⁶ dmitrijd237@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-3113-2854>

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СВОЙСТВ СРЕДЫ НА АМИНОЛИЗ АЛКИЛЕНКАРБОНАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по влиянию параметров среды и строения аминного компонента на термодинамические характеристики аминолиза 1,2-пропиленкарбоната (ПК), продуктом которого является смесь структурных изомеров уретаноспиртов (УС). Указанная реакция является важной частью технологической цепочки создания неизоцианатных уретановых материалов различного назначения, отвечающих современным экологическим стандартам. УС могут быть реагентами для дальнейших превращений либо самостоятельно использоваться как в водных, так и в органических композициях. Исследовалось влияние воды и ПК в качестве апротонного полярного растворителя, наиболее перспективного на сегодня по экологическим и технологическим характеристикам. Расчеты осуществлялись с применением квантово-химического моделирования в рамках программного пакета Gaussian 16.

Ключевые слова: амины, термодинамические реакции, алкиленкарбонаты, уретаноспирты, неизоцианатные уретаны, интенсификация жидкостных процессов, свойства кожи и меха

Для цитирования: Оценка влияния свойств среды на аминолиз алкиленкарбонатов с применением квантово-химического моделирования / В. А. Сысоев, Р. Р. Назмутдинов, А. Р. Гарифуллина, Т. Т. Зинкичева, М. Н. Калукова, Д. С. Петров // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 29–34. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-29-34>.

Original article

Vladislav A. Sysoev¹

Renat R. Nazmutdinov²

Alfiya R. Garifullina³

Tamara T. Zinkicheva⁴

Marina N. Kalukova⁵

Dmitriy S. Petrov⁶

^{1,2,3,4,5,6} Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL EFFECTS ON AMINOLYSIS OF ALKYLENECARBONATES USING QUANTUM CHEMICAL MODELLING

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of medium parameters and the structure of the amine component on the thermodynamic characteristics of the aminolysis of 1,2-propylene carbonate

© Сысоев В. А., Назмутдинов Р. Р., Гарифуллина А. Р.,
Зинкичева Т. Т., Калукова М. Н., Петров Д. С., 2026

с аммиаком ($R=CH_3$, $R^1=H$) и этиламино ($R=CH_3$, $R^1=CH_2-CH_3$), приводящие к образованию смеси изомерных УС, различающихся расположением гидроксильной группы. Указанные исходные компоненты являются характерными представителями рассматриваемой реакции. Они доступны, экологически и технологически соответствуют современным требованиям. В частности, особенности строения и современный способ получения ПК, основанный на реакции оксидов пропилена и углерода, делают его «зеленой» альтернативой многим активным реагентам химического синтеза и растворителям.

Квантово-химические расчеты выполнялись методом функционала плотности (B3LYP) с помощью программного пакета Gaussian 16. Для описания электронов в атомах C, N, O и H использовался трижды расщепленный базисный набор 6-311++g(s, p) с учетом диффузных и поляризационных функций. Оптимизация геометрии молекул проводилась без ограничений по симметрии [10]. Для неявного учета растворителя в рамках континуальной теории использовалась модель SMD (Solvation Model Density) [11].

Визуализированные геометрические формы, полученные с применением программы Chemcraft для различных структурных изомеров, образующихся при взаимодействии ПК соответственно с этиламино (изомер 1 со вторичным гидроксилом) и аммиаком (изомер 2 с первичным гидроксилом), представлены на рисунке 2.

Рассматривалось два предельных случая: протонный растворитель H_2O и апротонный – ПК. При расчете энергии Гиббса учитывались вклады от колебательных степеней свободы.

Выбор растворителей обусловлен экологическими и экономическими соображениями, а также, как было отмечено ранее, успешным опытом применения НГУ как в водных средах, в частности, в хромсберегающих технологиях выделки кожи и меха [6–9], так и в лакокрасочных композициях с органическим полярным растворителем [4, 5].

Представленные в таблице данные позволяют заключить, что все рассматриваемые процессы экзотермичны, однако существенное влияние энтропийного фактора приводит к небольшим абсолютным значениям DG. Это оставляет возможность регулирования реакции при изменении ее кинетических параметров. Термодинамические параметры процессов получения структурных изомеров как в протонном (H_2O), так и в апротонном (ПК) растворителях, для амина практически тождественны по результату. И в водной, и в органической средах аммиак и этиламин предпочтительнее раскрывают кольцо ЦК с образованием изомеров 1 (процессы 1, 2 и 5, 6, см. табл.). Более высокая нуклеофильность азота в этиламино, по сравнению с аммиаком, выражается в более отрицательных значениях DG (5–8 процессы, см. табл.).

Небольшие значения энергии Гиббса могут указывать на возможную обратимость переходных состояний исследуемых реакций, отвечающих за конфигурацию образующихся изомеров.

По результатам была рассчитана константа равновесия k_{eq} при различных температурах:

$$k_{eq} = \exp\left[\frac{-\Delta G}{k_B T}\right] = \exp\left[\frac{T\Delta S - \Delta H}{k_B T}\right]. \quad (1)$$

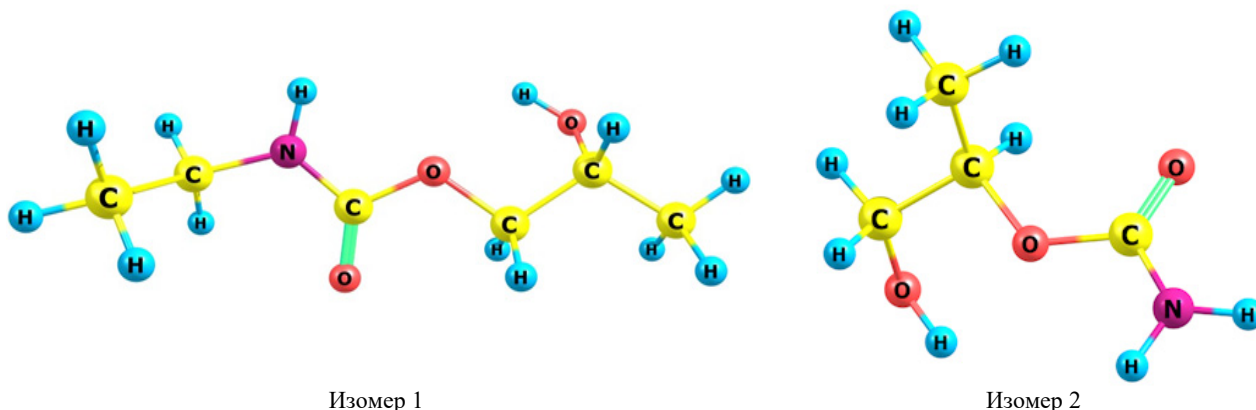


Рис. 2. Оптимизированные формы изомеров УС на основе ПК и этиламина (1) и аммиака (2)

Энтальпия ΔH , энтропия ΔS и энергия Гиббса ΔG аминолиза алкиленкарбонатов, рассчитанные для двух выбранных растворителей при $T = +25^\circ\text{C}$

№ процесса	Продукт (среда)	ΔH , кДж·моль ⁻¹	ΔS , Дж·моль ⁻¹ ·К ⁻¹	ΔG , кДж·моль ⁻¹
1	R = CH ₃ , R ¹ = H Изомер 1, (H ₂ O)	-33,12	-135,95	-0,38
2	R = CH ₃ , R ¹ = H Изомер 1, (ПК)	-37,39	-124,27	-0,33
3	R = CH ₃ , R ¹ = H Изомер 2, (H ₂ O)	-34,77	-137,3	-0,23
4	R = CH ₃ , R ¹ = H Изомер 2, (ПК)	-35,48	-130,03	-0,14
5	R = CH ₃ , R ¹ = CH ₂ -CH ₃ , Изомер 1, (H ₂ O)	-43,68	-138,01	-2,55
6	R = CH ₃ , R ¹ = CH ₂ -CH ₃ , Изомер 1, (ПК)	-43,97	-138,01	-2,85
7	R = CH ₃ , R ¹ = CH ₂ -CH ₃ , Изомер 2, (H ₂ O)	-42,27	-134,89	-2,01
8	R = CH ₃ , R ¹ = CH ₂ -CH ₃ , Изомер 2, (ПК)	-42,34	-135,19	-2,05

* Изомеры 1 содержат в структуре вторичные гидроксилы, изомеры 2 – первичные.

Далее по закону действующих масс определили равновесную концентрацию x изомерных продуктов А и В:

$$\frac{x}{(C_{PC} - x)(C_{EA} - x)} = k_{eq}, \quad (2)$$

где C_{PC} и C_{EA} – исходные концентрации пропиленкарбоната, этиламина, аммиака 11,8 М, 20,55 М, 13,4, соответственно. Значение x/C_{PC} , выраженное в процентах, является выходом продукта. Выход четырех изомерных продуктов, рассчитанных для двух растворителей и нескольких температур, показан на рисунке 3.

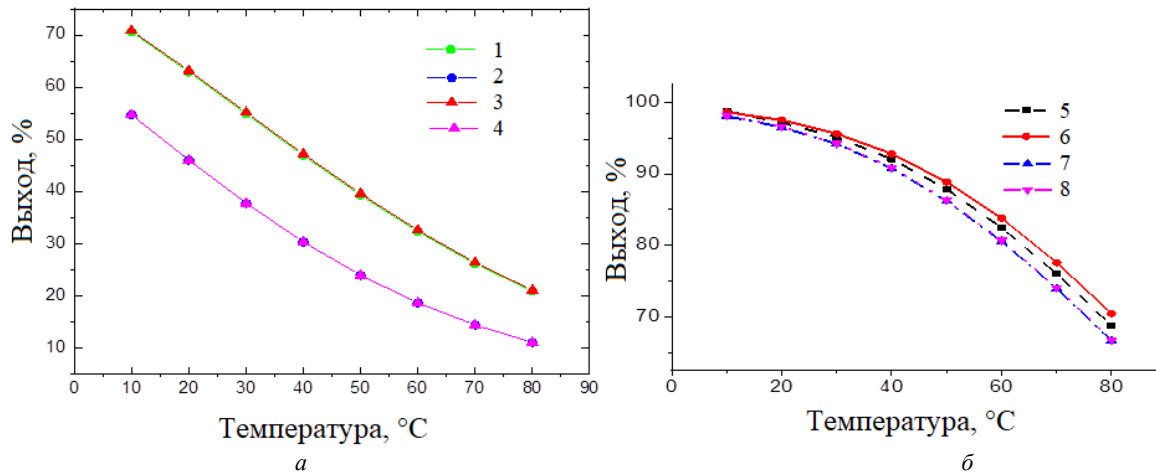


Рис. 3. Выход продуктов в зависимости от температуры. Номера соответствуют номерам процессов в таблице

Из данных, представленных на рис. 3, а, следует, что для реакции ПК с аммиаком кривые зависимости выхода структурных изомеров от температуры как в водной среде, так и в органическом растворителе, практически совпадают. Причем, активационный барьер при использовании ПК несколько выше (кривые 2, 4), что не меняет обратно пропорционального характера зависимости. При использовании более сильного нуклеофила – этиламина, термодина-

мическая возможность реакций с его участием существенно выше (процессы 5–8, см. табл.). Все продукты в обеих средах демонстрируют схожие качественные и количественные характеристики.

ВЫВОДЫ

С помощью методов квантово-химического моделирования исследовано влияние полярных растворителей на термодинамику реак-

ции уретанообразования – несимметричный алкиленкарбонат + амин. Показано, что применение H_2O и ПК, являющихся наиболее доступными и экологически полноценными компонентами для водо- и органорастворимых систем, приводит к достаточной термодинамической вероятности образования ГУ.

Все рассматриваемые процессы характеризуются отрицательными энтальпией и DG. Повышение нуклеофильности амина имеет

большее влияние на экзотермичность процесса, чем тип растворителя. Высокий модуль энтропии определяет небольшие изменения энергии Гиббса. Это открывает возможности регулирования процесса условиями его проведения, что наглядно подтверждается обратной зависимостью выхода исследуемых продуктов от температуры. Мономерные ГУ с высоким выходом могут быть получены при температурах, комфортных технологически и экономически.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Взаимодействие органических карбонатов с аминами / В. В. Михеев, Н. В. Светлаков, В. А. Сысоев, Р. Х. Гумерова // Журнал органической химии. 1983. Т. 19, № 3. С. 498.
2. Михеев В. В., Сысоев В. А., Зайнуллина Л. Т. Синтез уретангликолей // Журнал прикладной химии. 1999. Т. 72, № 10. С. 1967.
3. Изучение реакционной способности циклокарбонатных групп в модифицированных эпоксиаминных композициях / Р. М. Гарипов, В. А. Сысоев, В. В. Михеев [и др.] // Доклады Академии наук. 2003. Т. 393, № 1. С. 61–64.
4. Сысоев В. А., Михеев В. В. Неизоцианатные полиуретановые покрытия на основе лапролатов // Лакокрасочные материалы и их применение. 1996. № 12. С. 4–5.
5. Отверждение эпоксидных олигомеров уретансодержащими диаминами / В. В. Михеев, В. А. Сысоев, Н. В. Светлаков, Р. В. Гарина // Лакокрасочные и их применение. 1984. № 1. С. 14–16.
6. Гарифуллина А. Р., Сысоев В. А. Получение уретангликоля на основе этилендиамина и его влияние на кожуемую ткань меховой овчины в процессе дубления // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 11. С. 541–546.
7. Сысоев В. А. Матричная изоляция наноструктуры коллагена мономерными уретанами // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 11. С. 588–589.
8. Гарифуллина А. Р., Сысоев В. А., Русакова Д. Н. Выделка шкурок ондатры с применением неизоцианатных уретанов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 7. С. 88–90.
9. Гарифуллина А. Р., Сысоев В. А. Совершенствование процесса додубливания шкурок кролика // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19, № 21. С. 92–95.
10. Gaussian 16, Revision B.01 / M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria et al. Gaussian, Inc. Wallingford, 2016.
11. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Universal Solvation Model Based on Solute Electron Density and on a Continuum Model of the Solvent Defined by the Bulk Dielectric Constant and Atomic Surface Tensions // Journal of Physical Chemistry B. 2009. Vol. 113, No 18. P. 6378–6396.

REFERENCES

1. Miheev V. V., Svetlakov N. V., Sysoev V. A., Gumerova R. H. Interaction of organic carbonates with amines *Zhurnal organicheskoy himii* [Journal of Organic Chemistry]. 1983;19,3:498. (In Russ.)
2. Miheev V. V., Sysoev V. A., Zajnullina L. T. Synthesis of Urethane Glycols. *Zhurnal prikladnoy himii* [Journal of Applied Chemistry]. 1999;72,10:1967. (In Russ.)
3. Garipov R. M., Sysoev V. A., Miheev V. V. [et al]. Study of the reactivity of cyclocarbonate groups in modified epoxy-amine compositions. *Doklady Akademii nauk* [Reports of the Academy of Sciences]. 2003;393,1:61–64.
4. Sysoev V. A., Miheev V. V. Non-isocyanate polyurethane coatings based on laprolates. *Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye* [Russian Coatings Journal]. 1996;12:4–5. (In Russ.)
5. Miheev V. V., Sysoev V. A., Svetlakov N. V., Garina R. V. Curing of epoxy oligomers with urethane-containing diamines. *Lakokrasochnye materialy i ih primeneniye* [Russian Coatings Journal]. 1984;1:14–146. (In Russ.)
6. Garifullina A. R., Sysoev V. A. Production of Urethane Glycol Based on Ethylene diamine and Its Effect on the Leather Fabric of Fur Sheepskin in the Tanning Process. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2010;11:541–546. (In Russ.)

7. Sysoev V. A. Matrix isolation of collagen nanostructure by monomeric urethanes *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2010;11:588–589. (In Russ.)
8. Garifullina A. R., Sysoev V. A., Rusakova D. N. Splitting of muskrat pelts using non-isocyanate urethanes. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of Kazan Technological University]. 2014;17,7:88–90. (In Russ.)
9. Garifullina A. R., Sysoev V. A. Improving the process of finishing rabbit skins. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin Technological University]. 2016;19,21:92–95. (In Russ.)
10. Frisch M. J., Trucks G. W., Schlegel H. B., Scuseria G. E. et al. Gaussian 16, Revision B.01. Gaussian, Inc., Wallingford, 2016.
11. Marenich A. V., Cramer C. J., Truhlar D. G. Universal Solvation Model Based on Solute Electron Density and on a Continuum Model of the Solvent Defined by the Bulk Dielectric Constant and Atomic Surface Tensions. *Journal of Physical Chemistry B*. 2009;113,18:6378–6396.

Статья поступила в редакцию 20.12.2025

Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

В. А. Сысоев, доктор технических наук, профессор

Р. Р. Назмутдинов, доктор технических наук, профессор

А. Р. Гарифуллина, кандидат технических наук, доцент

Т. Т. Зинкичева, кандидат технических наук, доцент

М. Н. Калукова, ассистент

Д. С. Петров, магистрант

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Научная статья

УДК 621.822.86

EDN IQFZMJ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-35-39>

Светлана Юрьевна Богачева¹

Александр Викторович Мещеряков²

Алексей Константинович Гордеев³

Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Москва, Россия

¹ bogacheva-su@rguk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2854-3213>

² meshheryakov-av@rguk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1655-4027>

³ a.k.gordeev03@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0006-0948-1105>

РОЛИКОВЫЕ РАДИАЛЬНО-УПОРНЫЕ ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены четыре конструкции радиально-упорных подшипников качения, созданных на базе патента авторов RU 213994 U1 «Радиально-упорный подшипник». В конструкциях использованы роликовые, цилиндрические тела качения. Они разделены на две самостоятельные части – радиальную и осевую. Осевая часть, в свою очередь, состоит из двух независимых групп тел качения. Для создания осевых частей подшипников использованы торцевые поверхности колец радиальной части подшипника. На цилиндрических поверхностях колец созданы силовые блоки. Такое конструктивное решение позволяет создавать компактные радиально-упорные подшипники, в которых радиальные и осевые усилия воспринимаются и передаются независимо друг от друга, а их величина определяется только техническими требованиями (необходимой грузоподъемностью подшипника). Тела качения радиальной и осевой частей подшипника могут иметь разное расположение относительно друг друга, что позволяет варьировать габариты подшипников в широких пределах. Подшипники могут воспринимать и передавать двух- и односторонние осевые усилия.

Ключевые слова: подшипник, радиальное усилие, осевое усилие, кольцо, упорный диск, дорожка качения, ролики, сепаратор

Для цитирования: Богачева С. Ю., Мещеряков А. В., Гордеев А. К. Роликовые радиально-упорные подшипники качения // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 35–39. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-35-39>.

Original article

Svetlana Yu. Bogacheva¹

Aleksandr V. Meshcheryakov²

Alexey K. Gordeev³

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

ROLLER RADIALLY RESISTANT BEARINGS

Abstract. This article examines four designs of radial thrust rolling bearings based on the authors' patent RU 213994 U1 "Radial Thrust Bearing". These designs utilise roller and cylindrical rolling elements. They are divided into two distinct sections – radial and axial. The axial section, in turn, consists of two independent groups of rolling elements. The axial sections of the bearings are constructed using the end faces of the bearing radial rings. Power blocks are created on the cylindrical surfaces of the rings. This design solution enables the creation of compact radial thrust bearings in which radial and axial forces are supported and transmitted independently, with their magnitude determined solely by technical requirements. The rolling

elements of the radial and axial sections of the bearing can have different relative positions, allowing for a wide range of bearing dimensions. Bearings can absorb and transmit axial forces in both directions.

Keywords: bearing, radial force, axial force, ring, thrust disc, raceway, rollers, cage

For citation: Bogacheva S. Yu., Meshcheryakov A. V., Gordeev A. K. Roller radially resistant bearings. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 35–39. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-35-39>.

Машины и механизмы имеют опоры, которые позволяют сохранять расположение деталей друг относительно друга при движении и воспринимать необходимые усилия. При действии в конструкции радиальных и осевых усилий в опорах валов используют радиально-упорные подшипники. Работа посвящена вопросу повышения осевой грузоподъемности радиально-упорных роликовых подшипников качения. Восприятие радиальных усилий подшипниками понимается по умолчанию.

Изучение конструкций радиально-упорных подшипников показывает, что, решая задачу восприятия двусторонних осевых усилий, они могут быть усовершенствованы. Радиально-упорные роликовые подшипники [1] воспринимают и передают односторонние осевые усилия, величина которых ограничена углом контакта между роликами и дорожкой качения кольца. При использовании таких подшипников для восприятия двусторонних осевых усилий в опорах устанавливают два и более подшипника. Двухрядный роликовый подшипник [2] воспринимает двусторонние осевые усилия, но они меньше радиальных усилий, так как ограничены углом контакта между телами качения и дорожками качения колец [3]. Роликоподшипники конические двухрядные [4] и четырехрядные [5] воспринимают двусторонние осевые усилия, но они ограничены углом контакта роликов с дорожкой качения кольца. Двойные комбинированные роликовые подшипники [6], воспринимающие двусторонние осевые усилия независимо от радиальных усилий, имеют значительные радиальные размеры и сложны при монтаже. Роликовый подшипник по патенту [7] воспринимает двусторонние осевые усилия, но их величина ограничена конструкцией крышек подшипника.

Возможность уравнивать радиальные и осевые усилия, одновременно воспринимаемые подшипником, по величине дает использование деталей радиального подшипника для создания упорного подшипника. Техническим результатом такого объединения является повышение грузоподъемности радиально-упорных подшипников в осевом направлении, сокращение габаритов и массы опорных узлов конструкций. Он

достигается радиально-упорными подшипниками, созданными на основе патентов [8, 9].

Развивая технические решения, заложенные в этих патентах, предложено еще несколько конструкций роликовых радиально-упорных подшипников, у которых величина осевых усилий не зависит от угла контакта тела качения с дорожкой качения кольца. На рисунке 1, а представлен роликовый радиально-упорный подшипник качения содержащий: внутреннее цилиндрическое кольцо 1, наружное кольцо 2 цилиндрической формы, упорные диски 3; радиальную опорную часть, состоящую из тел качения роликов 4 в сепараторе; осевую опорную часть, состоящую из тел качения роликов 5 в сепараторах, которые разделены на первую осевую группу 5₁ тел качения и вторую осевую группу 5₂ тел качения.

Внутреннее кольцо подшипника выполнено в виде цилиндрической детали с проточками 1₂ по краям, для установки упорных дисков. На его внешней цилиндрической поверхности выполнена дорожка качения 1₁ для роликов 4 радиальной опорной части, по краям которой сделаны буртики 1₂. Наружное кольцо имеет цилиндрическую форму с цилиндрическим выступом по центру на внутренней поверхности – силовым блоком 2₁.

На внутренней цилиндрической поверхности силового блока выполнена дорожка качения 2₂ для роликов 4 радиально-опорной части, а на торцевых поверхностях цилиндрические углубления, в которых сделаны дорожки качения 2₃, 2₄ для роликов 5₁ и 5₂ осевой опорной части.

На торцевых поверхностях упорных дисков образованы дорожки качения для роликов осевой опорной части, а на внешних цилиндрических поверхностях могут быть сделаны углубления для уплотнений (на рисунке не показаны). Радиальная опорная часть подшипника, работающая на восприятие радиальных усилий, включает внутреннее кольцо, наружное кольцо, ролики радиальной опорной части в сепараторе. Осевая опорная часть подшипника, работающая на восприятие осевых усилий, включает упорные диски, силовой блок наружного кольца, ролики осевой опорной части в сепараторах, раз-

деленные на две группы 5_1 и 5_2 . Силовой блок может располагаться и на внутреннем кольце подшипника (рис. 1, б). Технологически удобнее размещать силовой блок на внутреннем кольце подшипника.

Сборка подшипника может осуществляться в следующем порядке. На дорожке качения внутреннего кольца, установленного на монтажном столе, собираются ролики радиальной опорной части в сепараторе. Две группы роликов осевой опорной части отдельно собираются в своих сепараторах и размещаются в углубле-

ниях силового блока наружного кольца на соответствующих дорожках качения. Сборка наружного кольца по дорожке качения 2_2 надевается на сборку внутреннего кольца. На проточки внутреннего кольца надеваются упорные диски. Подшипник собран. По условиям сборки дорожки качения для роликов осевой опорной части на торцевых поверхностях силового блока наружного кольца и дорожки качения упорных дисков сопрягаются друг с другом. Возможны и другие варианты сборки подшипника.

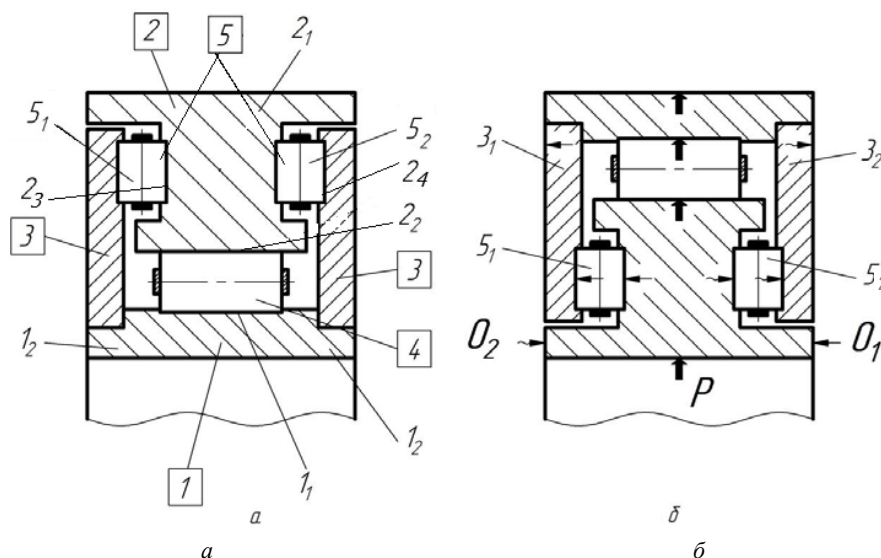


Рис. 1. Роликовый радиально-упорный подшипник:

- a* – конструкция подшипника: 1 – внутреннее кольцо, 2 – наружное кольцо, 3 – упорные диски, 4 – тела качения радиальной опорной части – ролики в сепараторе, 5 – тела качения осевой опорной части – ролики в сепараторе;
б – схема восприятия усилий: P – радиальное усилие, O_1 – осевое усилие первого направления, O_2 – осевое усилие второго направления

Работа подшипника происходит в следующей последовательности (см. рис. 1, б). При вращении наружного или внутреннего кольца подшипника ролики радиальной и осевой опорных частей также вращаются. Это обеспечивает необходимое взаиморасположение наружного и внутреннего колец, упорных дисков подшипника и сопрягаемых с ними деталей друг относительно друга, а также восприятие радиального усилия P и осевых усилий первого O_1 и второго O_2 направлений в механизме. Радиальное усилие P от вала передается внутреннему кольцу и силовому блоку, дальше от силового блока его воспринимают ролики радиальной упорной части, от них – наружное кольцо. От наружного кольца радиальное усилие передается на корпусную деталь. Благодаря контакту роликов 5_1 первой осевой опорной группы с силовым блоком внутреннего кольца и упорным диском 3_1 происходит передача осевой нагрузки O_1 перво-

го направления (справа налево) от вала на корпусную деталь. При действии осевой нагрузки O_2 второго направления, она через силовой блок внутреннего кольца, ролики 5_2 , упорный диск 3_2 передается от вала на корпусную деталь.

Для уменьшения радиальных габаритов подшипника оси роликов 4 радиальной опорной части должны совпадать с центрами роликов 5_1 и 5_2 осевой опорной части (рис. 2). Упорные диски и внутреннее или наружное кольцо могут быть объединены в одну деталь. Она должна быть разъемной, состоящей из двух цилиндрических секций. В данном примере – из секций 2_1 и 2_2 .

Ролики радиальной опорной части можно разделить на две самостоятельные группы роликов 4_1 и 4_2 (рис. 3). Это позволяет, варьируя расстояние L между центрами роликов радиальной опорной части, создавать подшипники разной ширины L . Ролики осевой опорной части

рациональнее располагать по середине подшипника. Упорные диски предлагаемых подшипников выполняются как единая деталь с наружным

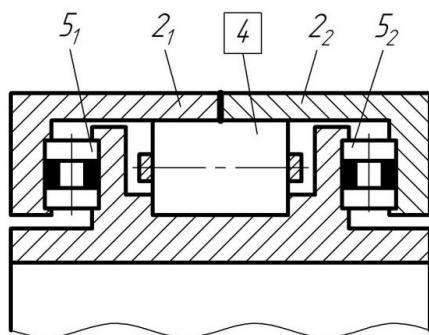


Рис. 2. Роликовый радиально-упорный подшипник с телами качения, расположенными на одной линии

На рисунке 4 показан подшипник, у которого ролики радиальной опорной части разделены на две группы 4_1 и 4_2 и расположены на разных радиусах. Оба кольца имеют силовые блоки 1_1 и 2_1 . Ролики осевой опорной части 5 объединены в одну группу. Для лучшей передачи осевых усилий на наружных торцевых поверхностях колец выполнены симметричные выступы 1_2 и 2_2 , оси которых совпадают с серединой роликов осевой опорной части. Подшипник воспринимает осевые усилия одного направления. Конструкции подшипников на рисунках 3,4 позволяют создавать в опорах большой реактивный момент при действии на вал значительных изгибающих моментов. В зависимости от величин осевых усилий первого и второго направлений диаметры роликов первой и второй групп осевой опорной части подшипника могут быть разными.

В статье рассмотрены конструкции роликовых радиально-упорных подшипников качения, которые воспринимают радиальные и двухсторонние осевые усилия. Величина осевых

или внутренним кольцами, образуя самостоятельные секции. В предлагаемом примере это будут секции 2_1 и 2_2 .

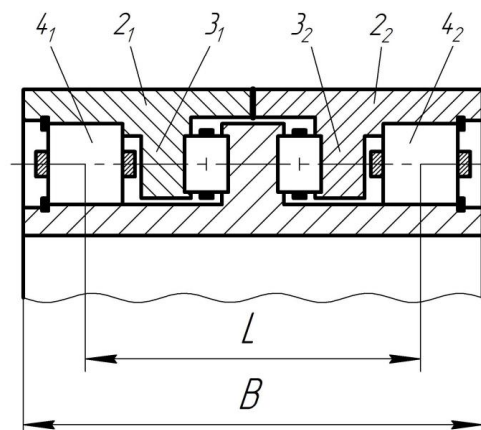


Рис. 3. Роликовый радиально-упорный подшипник с роликами радиальной опорной части, разделенными на две группы

усилий, воспринимаемых этими подшипниками, не зависит от угла контакта между телом качения и дорожкой качения кольца и определяется только величиной осевого усилия, которую должен воспринимать подшипник.

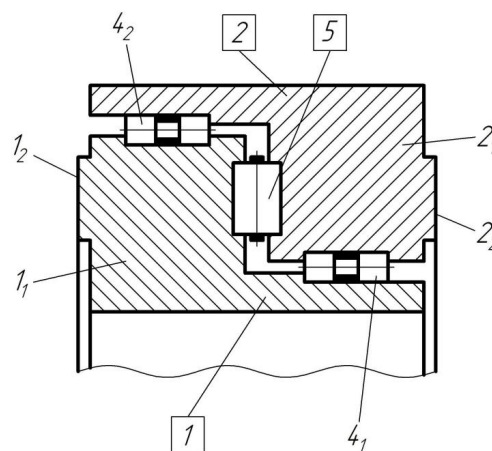


Рис. 4. Роликовый радиально-упорный подшипник с роликами радиальной опорной части, расположенными на разных радиусах

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- ГОСТ 9942–90. Подшипники упорно-радиальные роликовые сферические одинарные. Технические условия. М. : Стандартинформ, 2007. 10 с.
- Патент РФ № 2607146С1 Российская Федерация, F16C 19/28. Двухрядный роликовый подшипник качения: заявка № 2015124293 : заявл. 22.06.2015 : опубл. 10.01.2017, Бюл. № 1 / Галышкин Н. В. ; заявитель и патентообладатель Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. 2 с.
- Радиально-упорный подшипник качения, воспринимающий двухстороннюю осевую нагрузку / Е. Э. Королёва, И. Д. Давиденко, А. С. Зеленов, А. В. Мещеряков, С. Ю. Богачева // Дизайн и технологии. 2023. № 96. С. 95–98.

4. Двухрядные конические роликовые подшипники // New World : офиц. сайт компании. URL: <https://ru.newworld-bearing.com/product-double-row-tapered-roller-bearings.html> (дата обращения: 08.06.2025).
5. Четырехрядные конические роликовые подшипники // ZKL : офиц. сайт компании. URL: <https://www.zkl.cz/ru/produkty/loziska-s-carovym-stykem/ctyrrada-kuzelikova-loziska> (дата обращения: 08.06.2025).
6. ГОСТ 26290–90. Подшипники радиальные и упорные двойные роликовые комбинированные. Технические условия. М. : Изд-во стандартов, 1990. 10 с.
7. EP 3502500A1, Int CI33/72 (2006.01). Stützlager. № 102018101870. Europäische patentanmeldung: erklärt 29.01.2018 : publ. 26.06.2019. Patentblatt 2019/26 / Escher M., Stutzlein M. ; Antragsteller und Patentinhaber Schaeffler Technologies AG & Co.
8. Патент № 213952 U1 Российская Федерация, МПК F16C 19/14 (2006.01). Радиально-упорный подшипник шариковый: заявка № 2022118448 : заяв. 06.07.2022 : опубл. 05.10.2022 / Мещеряков А. В., Григорьев К. А., Зеленов С. В., Богачева С. Ю., Григорьев В. А. ; заявитель и патентообладатель РГУ им. А. Н. Косыгина. 13 с.
9. Патент № 213994 U1 Российская Федерация, СПК F16C 19/49 (2022.08). № 2022118447: заяв. 06.07.2022: опубл. 10.10.2022. Радиально-упорный подшипник / Мещеряков А. В., Богачева С. Ю., Григорьев К. А., Зеленов С. В., Григорьев В. А. ; заявитель и патентообладатель РГУ им. А. Н. Косыгина. 11 с.

REFERENCES

1. *GOST 9942–90. Podshipniki uporno-radial'nye rolikovye sfericheskie odinarnye. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 9942–90. Single-direction spherical roller thrust bearings. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 10 p. (In Russ.).
2. Galyshkin N. V. Double row rolling roller bearing. Pat. № 2015124293. Russian Federation, 2015. (In Russ.)
3. Korolyova E. E., Davidenko I. D., Zelenov A. S., Meshcheryakov A. V., Bogacheva S. Yu. Angular contact rolling bearing that can accommodate axial loads in both directions. *Dizajn i tekhnologii* [Design and Technology]. 2023;96:95–98.(In Russ.)
4. Double row tapered roller bearings. New World, official website. URL: <https://ru.newworld-bearing.com/product-double-row-tapered-roller-bearings.html> (accessed 08.06.2025). (In Russ.)
5. Four-row tapered roller bearings ZKL, official website. URL: <https://www.zkl.cz/ru/produkty/loziska-s-carovym-stykem/ctyrrada-kuzelikova-loziska> (accessed 08.06.2025). (In Russ.)
6. *GOST 26290–90. Podshipniki radial'nye i upornye dvojnye rolikovye kombinirovannye. Tekhnicheskie usloviya* [State Standard 26290–90. Combined radial and thrust double roller bearings. Specifications]. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1990. 10 p. (In Russ.)
7. Escher M., Stutzlein M. Stützlager.Europäische patentanmeldung. Pat. EP № 3502500 A1, Schaeffler Technologies AG & Co, 2018.
8. Meshcheryakov A. V., Grigor'ev K. A., Zelenov S. V., Bogacheva S. Yu., Grigor'ev V. A. Angular contact ball bearing. Pat. № 213952 U1. Russian Federation, 2022. (In Russ.)
9. Meshcheryakov A. V., Bogacheva S. Yu, Grigor'ev K. A., Zelenov S. V., Grigor'ev V. A. Angular contact bearing. Pat. № 213994. Russian Federation, 2022. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.10.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С. Ю. Богачева, кандидат технических наук, доцент
А. В. Мещеряков, кандидат технических наук, доцент
А. К. Гордеев, студент

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья

УДК 004.4

EDN JJRQDS

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-40-47>

Мария Владимировна Исаева¹

Людмила Юрьевна Киприна²

Никита Михайлович Семенов³

¹ Российский технологический университет МИРЭА, г. Москва, Россия

^{2,3} Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ mary_is@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0714-4424>

² lskipr@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0629-7699>

³ semenovnikita@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0003-5175-876X>

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ИНТЕНСИВАМИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. Статья посвящена проектированию и реализации подсистемы идентификации и контроля доступа в информационной системе управления проектно-образовательными интенсивностями студентов. В качестве базового механизма аутентификации выбрана технология JSON Web Tokens, обеспечивающая безопасную передачу данных без необходимости хранения состояния сессии на сервере, что соответствует принципам RESTful-архитектуры и повышает масштабируемость системы. В работе детально описана логика работы модуля, включая процесс аутентификации на клиентской стороне с использованием RTK Query. Особое внимание уделено модели управления доступом на основе ролей, реализованной в рамках системы. Введена концепция «текущей роли» пользователя, позволяющая корректно обрабатывать сценарии с множественными ролями, для чего разработан специальный permission-класс в Django REST Framework.

Ключевые слова: идентификация, аутентификация, авторизация, JSON Web Tokens (JWT), RBAC, Django REST Framework, RTK Query, управление доступом, образовательные интенсивности

Для цитирования: Исаева М. В., Киприна Л. Ю., Семенов Н. М. Идентификация пользователей в информационной системе управления проектно-образовательными интенсивностями студентов // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 40–47. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-40-47>.

Original article

Maria V. Isaeva¹

Lyudmila Yu. Kiprina²

Nikita M. Semenov³

¹ Russian Technological University MIREA, Moscow, Russia

^{2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

IDENTIFICATION OF USERS IN THE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM FOR PROJECT-BASED EDUCATIONAL INTENSIVE STUDENTS

Abstract. The article is devoted to the design and implementation of the subsystem of identification and access control in the information management system of design and educational intensive students. The JSON Web Tokens technology has been chosen as the basic authentication mechanism, which ensures secure data transfer without the need to store session status on the server, which complies with the principles of a RESTful architecture and increases the scalability of the system. The paper describes in detail the logic of the module, including the authentication process on the client side using RTK Query. Special attention is

© Исаева М. В., Киприна Л. Ю., Семенов Н. М., 2026

paid to the role-based access control model implemented within the system. The concept of the user's "current role" has been introduced, which allows for the correct handling of scenarios with multiple roles, for which a special permission class has been developed in the Django REST Framework.

Keywords: *identification, authentication, authorization, JSON Web Tokens (JWT), RBAC, Django REST Framework, RTK Query, accesscontrol, educationalintensive courses*

For citation: Isaeva M. V., Kiprina L. Yu., Semenov N. M. Identification of users in the information management system for project-based educational intensive students. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 40–47. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-40-47>.

Цифровая трансформация образовательных учреждений в настоящее время проходит по двум различным траекториям. С одной стороны, наблюдается эффективная цифровизация административных процессов, с другой – недостаточность информатизации образовательного процесса. Внедрение информационных технологий в образовательный процесс зачастую сводится к использованию стандартных решений, таких как системы управления обучением, например LMS Moodle. Такие платформы предлагают базовый функционал, который не всегда возможно адаптировать к специфике учебных планов, методикам преподавания и построению индивидуальных образовательных траекторий.

Параллельно в современном образовании обозначился устойчивый тренд на усиление практико-ориентированной составляющей образовательного процесса. Такой подход погружает обучающихся в решение прикладных практических задач и формирует ключевые профессиональные компетенции [1, 2].

Проектно-образовательные интенсивы – ограниченные по времени форматы, в рамках которых междисциплинарные студенческие команды разрабатывают продукт или решение для реального заказчика. Управление такими интенсивами сопряжено с высокой организационной сложностью: формирование пула тем, регистрация сотен участников, распределение по командам, координация работы с наставниками и экспертами, сбор проектных артефактов, оценка результатов [3]. Существующие цифровые инструменты не в полной мере отвечают специфическим требованиям управления образовательными интенсивами. Поэтому разработка специализированной информационной системы является актуальной научно-практической задачей.

В рамках разработки такой платформы для управления проектными интенсивами одной из задач является проектирование и реализация эффективного модуля управления доступом, обеспечивающего базовый уровень информационной безопасности всей системы. Управление доступом в информационных системах представляет

собой важную задачу, направленную на предотвращение несанкционированного доступа к данным и ресурсам. Доступ к информационной системе обычно состоит из процессов аутентификации и авторизации. Под аутентификацией понимается процедура подтверждения подлинности пользователя, тогда как авторизация определяет совокупность предоставленных ему прав доступа.

К традиционным методам аутентификации относится подход, основанный на использовании пары логин – пароль, современные же подходы включают многофакторную аутентификацию, биометрические методы, а также протоколы на основе открытых ключей, которые обеспечивают высокий уровень безопасности. Анализ описанных в литературе решений [4–8] показал, что для систем с ограниченной пользовательской базой предпочтительным является применение токенов JSON Web Token (JWT), что обусловлено их простотой интеграции и достаточным уровнем безопасности. Результаты сравнительного моделирования и исследования пользовательских приложений подтверждают эффективность решений, построенных на основе JWT, для задач управления доступом [5]. При этом значительный объем научной литературы посвящен вопросам безопасности применения JWT, включая анализ потенциальных уязвимостей и способов их устранения [6–8].

На основе проведенного анализа в качестве основы для подсистемы идентификации и контроля доступа в разрабатываемой информационной системе выбрана технология JWT.

JWT представляет собой открытый стандарт (RFC 7519) для создания компактных и самодостаточных токенов доступа, обеспечивающих безопасную передачу информации между сторонами в виде объекта JSON [9]. Данная технология получила широкое распространение в качестве базового метода аутентификации в веб-приложениях.

Логика аутентификации реализованного модуля представлена в виде диаграммы последовательности на рисунке 1.

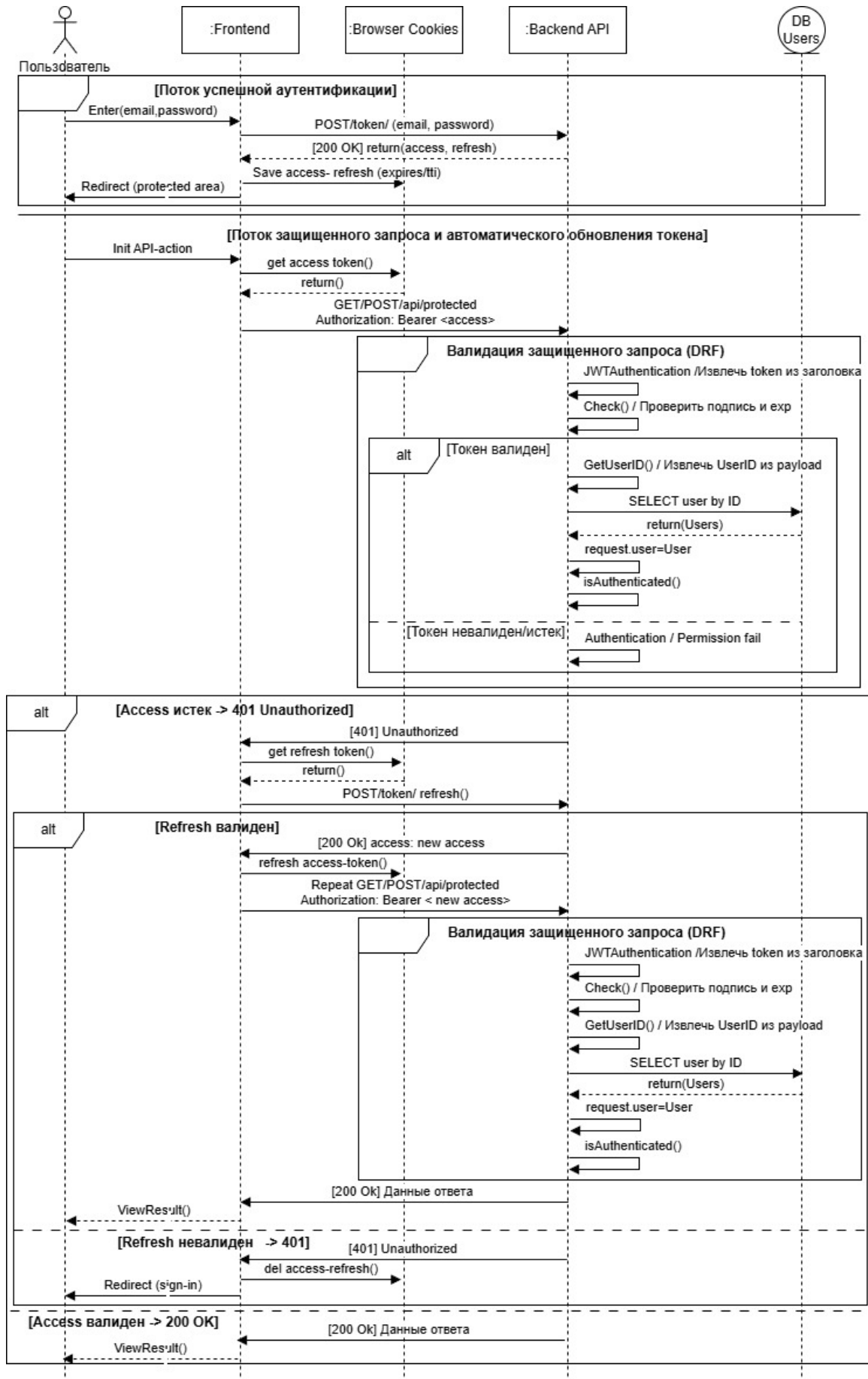


Рис. 1. Алгоритм аутентификации пользователей системы

В общем случае работа модуля аутентификации пользователей состоит из следующих шагов:

1. Процесс аутентификации пользователя инициируется на клиентской стороне через специализированный компонент `SignInPage`, доступный по маршруту `/sign-in/`. Интерфейс компонента предоставляет форму для ввода учетных данных (email и пароль). При их отправке вызывается мутация `useSignInMutation()` из библиотеки `RTK Query`, которая формирует и отправляет на сервер POST-запрос к эндпоинту `/token/`. В теле запроса передаются введенные данные. Ответом на запрос является пара JWT-токенов `access` и `refresh`, которые, после успешного выполнения запроса и получения ответа в компоненте, сохраняются для последующего использования в cookies браузера. Для этого используется сторонняя библиотека `js – cookie`. Значениями `expires` задается срок хранения в днях: `access` сохраняется на короткий срок, `refresh` – на более длительный. Сохранение токенов в cookies обеспечивается с помощью `js – cookie`:

```
Cookies.set('access', responseData.access, {expires: 1});  
Cookies.set('refresh', responseData.refresh, {expires: 15});
```

2. Для автоматического добавления актуального `access`-токена в заголовок `Authorization: Bearer` всех последующих запросов к защищенным API, а также для контроля его срока действия реализована расширенная функция базового запроса `baseQueryWithReauth`. Данная функция перехватывает ответы с кодом 401 (`Unauthorized`), что свидетельствует об истечении срока действия `access`-токена, и автоматически инициирует запрос на его обновление (`POST /token/refresh/`), используя сохраненный `refresh`-токен. Если `refresh`-токен также недействителен, пользователь перенаправляется на страницу авторизации.

3. Защита API и проверка подлинности пользователей на сервере реализована с использованием механизма JWT-аутентификации на базе библиотеки `django-rest-framework-simplejwt`.

В глобальных настройках проекта – `settings.py` – в качестве стандартного класса аутентификации указан `JWTAuthentication`:

```
REST_FRAMEWORK = {  
    'DEFAULT_AUTHENTICATION_CLASSES': (  
        'rest_framework_simplejwt.authentication.JWTAuthen-  
tication', ),  
    }  
}
```

Механизм контроля доступа при обращении пользователя к защищенному эндпоинту функционирует по следующему алгоритму:

- извлекается токен из заголовка `Authorization` запроса, проверяется в нем цифровая подпись и временные ограничения;
- идентификатор пользователя из полезной нагрузки токена используется для получения информации об объекте `User` из базы данных. Объект `User` присваивается атрибуту `request.user`, делая его доступным для дальнейшей обработки.

Контроль доступа на уровне представленный реализован с использованием встроенного класса `IsAuthenticated` из `Django REST Framework`. Данный класс гарантирует, что обработка запроса будет осуществляться только при успешной аутентификации пользователя: при наличии в запросе валидного JWT-токена. Все неаутентифицированные запросы автоматически отклоняются, возвращая HTTP-статус `401 Unauthorized`.

Данный алгоритм обеспечивает безопасную аутентификацию пользователей в распределенных системах, построенных с использованием `RESRful`-архитектуры и контролирует доступ к защищенным ресурсам через встроенные механизмы `DjangoRESTFramework`.

В рамках системы предусмотрен механизм предоставления доступа по паролю, который генерируется для каждого пользователя администратором после его регистрации в системе и направляется на указанный email-адрес. Данный подход к аутентификации пользователей соответствует стандарту `NIST SP 800-63`, устанавливающему технические требования и рекомендации по управлению цифровой идентификацией и описывающему уровни аутентификации, а именно соответствует базовому уровню `AAL1`. Этот уровень предназначен для приложений с низким уровнем риска, где нарушение учетных данных не влечет серьезных последствий. После успешной аутентификации вступает в силу механизм авторизации, определяющий права пользователя.

Для авторизации в системе реализована формализованная ролевая модель контроля доступа (`RBAC`), определенная в `ANSI INCITS 359-2004 – Role-Based Access Control (RBAC)` [10]. При ролевой модели доступ к сущностям информационной системы осуществляется на основе вхождения пользователей в роли. Роли могут быть выстроены как на основе отдельных персональных, организационной структуры, так и на основе функциональных обязанностей или смешанным образом. Данная модель обеспечивает как разграничение прав между различными ролями, так и контроль за действиями пользователей в пределах назначенных им привилегий [11, 12].

Анализ задач проектно-образовательных интенсивов позволил выявить набор функциональных ролей пользователей, участвующих в процессе. К ним относятся: организатор (создатель и куратор интенсива и мероприятий в нем), тьютор (наставник команды), тимлид (лидер студенческой команды), студент (участник команды), жюри (специалист, оценивающий работу студентов).

В разработанной информационной системе данный набор был адаптирован и формализован в виде четырех базовых ролей пользователя: администратор, организатор, преподаватель, студент. Каждая роль имеет определенный набор функциональных возможностей.

Администратор осуществляет управление учебными потоками, группами, учетными записями студентов и преподавателей, а также ведение справочников (корпуса, аудитории и другие системные сущности).

В обязанности организатора входит формирование команд и расписания, обработка образовательных запросов от команд, а также мониторинг оценок участников.

Преподаватель выполняет в рамках интенсива две ключевые функции: тьютора и члена жюри. В роли тьютора, закрепленного за командой, он управляет распределением ролей среди студентов и выставляет оценки ее участникам. В качестве члена жюри он оценивает ответы команд на мероприятиях.

Студент является непосредственным участником интенсива. Его функционал включает: работу с капбан-доской собственной команды, управление ролями участников команды, отправку ответов на мероприятия и формирование образовательных запросов (при наличии прав тимлида).

Любой пользователь системы может иметь несколько ролей, что существенно усложняет реализацию проверки прав доступа, так как права доступа нельзя будет определять через простое сравнение типа роли. В случае множественных ролей такой легкий подход становится неприменимым. Для решения данной проблемы в работе предложена и реализована концепция «текущей роли пользователя», суть которой заключается в том, что при выполнении любого авторизованного запроса на стороне сервера пользователь должен явно передать текущую роль. Такой подход позволяет осуществлять поддержку нескольких ролей пользователя, а также проводить проверку прав доступа только относительно текущей роли.

Для реализации предложенной концепции в Django создано специальное правило доступа

IsAuthenticatedWithRole (рис. 2), которое расширяет стандартное правило IsAuthenticated из Django REST Framework. Данное правило проверяет не только факт авторизации пользователя, но и корректность указанной роли, от имени которой выполняется запрос.

В случае если у пользователя в системе только одна роль, она автоматически считается текущей и передавать заголовок необязательно. В случае если у пользователя несколько ролей, система требует явного указания роли в HTTP-заголовке X-Active-Role. При возникновении любой ошибки (отсутствие заголовка, ошибочный заголовок, роль не принадлежит пользователю) система возвращает HTTP-код ошибки 403 (Доступ запрещен) с сообщением «Заголовок X-Active-Role не указан» или «Неправильная роль пользователя» и дальнейшие проверки прав не выполняются.

Для реализации функциональности, требующей идентификации активной роли пользователя в пользовательском интерфейсе, было принято решение использовать механизм локального хранилища браузера (localStorage).

Алгоритм работы реализован следующим образом:

1. После успешной аутентификации и получения с сервера данных о пользователе выполняется проверка количества ролей, ассоциированных с его учетной записью.

2. Если пользователю назначена единственная роль, она автоматически фиксируется как активная и сохраняется в localStorage.

3. В случае если пользователь обладает несколькими ролями, клиентское приложение инициирует интерактивный диалог – модальное окно, в рамках которого пользователь должен выбрать одну из доступных ему ролей для текущей сессии. Выбранная роль затем сохраняется в localStorage и используется для последующих запросов к API.

4. Все последующие HTTP-запросы к API дополняются специальным заголовком X-Active-Role, значением которого является идентификатор активной роли, что обеспечивает контекстную авторизацию на стороне сервера.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в данном исследовании разработана и внедрена архитектура модуля аутентификации и авторизации пользователей, интегрированного в информационную систему управления образовательными интенсивами. В качестве базового механизма выбрана технология JSONWebTokens, что позволяет обеспечить безопасность передаваемых данных.

Такой подход соответствует принципам RESTful-архитектуры и позволяет хранить информацию о пользователе в самом токене. Это устраняет необходимость поддержки серверного состояния сессии, что повышает гибкость информационной системы.

Реализация модуля основана на двухуровневой модели обеспечения безопасности доступа. На клиентском уровне с использованием

библиотеки RTK Query реализован автоматический процесс обновления JWT-токена, который обеспечивает непрерывность сессии пользователя. На серверном уровне с помощью библиотеки JWT Authentication в каждый токен добавляется криптографическая подпись. Это способствует строгой верификации запросов пользователей и служит надежной защитой от несанкционированного доступа к данным.

```
class IsAuthenticatedWithRole(permissions.BasePermission):
    def has_permission(self, request, view):
        if not permissions.IsAuthenticated().has_permission(request, view):
            return False # Если не аутентифицирован – отказываем

        user = request.user
        user_roles = user.roles.values_list("name", flat=True)

        # Если роль у пользователя одна, сохраняем ее (можно не передавать заголовок)
        if user_roles.count() == 1:
            user.active_role = user_roles.first()
            return True

        active_role = request.headers.get("X-Active-Role")

        # Если ролей несколько проверяем заголовок на однозначное определение роли в запросе
        if active_role:
            active_role = urllib.parse.unquote(active_role)

            if active_role in user_roles:
                # Добавляем активную роль если передали правильно
                user.active_role = active_role
                return True
            else:
                # Если передали неправильную роль
                logger.warning("Неправильная роль пользователя")
                user.active_role = None
                raise PermissionDenied(
                    "Необходимо указать корректную роль пользователя в заголовке X-Active-Role"
                )
        else:
            # Роль не передана (нет заголовка)
            logger.warning("Заголовок X-Active-Role нет")
            user.active_role = None
            raise PermissionDenied(
                "Необходимо указать текущую роль пользователя в заголовке X-Active-Role"
            )
```

Рис. 2. Описание класса IsAuthenticatedWithRole, реализующего процедуру доступа в систему

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пузанова Ж. В., Кострикин Е. Г. Проектный подход в обучении: практика в вузах // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. 2025. Т. 25, № 3. С. 652–664.
2. Донская Е. Ю. Применение проектного обучения в высшей школе // Мир науки. Педагогика и психология. 2023. Т. 11, № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/13PDMN323.pdf> (дата обращения: 12.01.2026).
3. Абрамова Е. А. Применение проектного подхода при реализации образовательного курса в вузе // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2022. № 2(70). С. 39–46. URL: <https://snt-isuct.ru/article/view/4573>. (дата обращения: 12.01.2026).
4. Феоктистов И. В. Сравнительное исследование методов аутентификации в информационных системах // Инновации и инвестиции. 2023. № 7. С. 193–198.

5. Девицына С. Н., Пилькевич П. В., Удод Е. В. Способы улучшения защищённости сервисов, использующих JWT-токены // Экономика. Информатика. 2023. № 50(1). С. 144–151.
6. Монахов М. Ю., Уймин А. Г. Инфраструктура JsonWebToken. Инфраструктура защиты // Информатика, вычислительная техника и управление. Серия: Естественные и технические науки. 2023. № 1. С. 136–141.
7. О некоторых особенностях JWT аутентификации в веб-приложениях / А. Б. Бетелин, И. Б. Егорычев, А. А. Прилипко, Г. А. Прилипко, С. Г. Романюк, Д. В. Самборский // Труды НИИСИ РАН. 2021. Т. 11, № 1. С. 4–10.
8. Большаков А. С., Добряков А. С., Туктаров Р. Р. О реализации информационной защищенности системы распределенного хранения данных малого бизнеса // Инженерный вестник Дона. 2025. № 2. С. 374–397. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_54N12y24_Bolshakov.pdf_16c0147d0c.pdf (дата обращения: 12.01.2026).
9. RFC 7519. JSON Web Token (JWT). URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7519> (дата обращения: 12.01.2026).
10. Role Based Access Control. URL: <https://csrc.nist.gov/projects/role-based-access-control> (дата обращения: 15.01.2026).
11. Давыдов Д. Стандарты ролевого подхода к управлению доступом // Cleverics.ru. Digital Enterprise : портал № 1 по управлению цифровыми и информационными технологиями. URL: <https://cleverics.ru/digital/2015/10/incits-rbac-standards> (дата обращения: 15.01.2026).
12. Корниенко С. В., Протасов М. С. Особенности использования ролевой модели без опасности (модель взаимоисключающих ролей) в вузе // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2025. № 4(44). С. 5–16.

REFERENCES

1. Puzanova Zh. V., Kostrikin E. G. Project-based approach in teaching: University practice. *Vestnik Rossijskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Sociologiya* [Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Sociology]. 2025;25(3):652–664. (In Russ.)
2. Donskaya E.Yu. Application of project-based learning in higher education. *Mir nauki. Pedagogika i psihologiya* [World of Science. Pedagogy and psychology]. 2023;11(3). URL: <https://mir-nauki.com/PDF/13PDMN323.pdf>. (accessed 12.01.2026). (In Russ.)
3. Abramova E. A. Application of the project approach in the implementation of the educational at the university. *Sovremennye naukoymkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie* [Modern high-techtechnologies. Regional application]. 2022;2(70):39–46. URL: <https://snt-isuct.ru/article/view/4573> (accessed 12.01.2026). (In Russ.)
4. Feoktistov I. V. Comparative study of authentication methods in information systems. *Innovacii i investicii* [Innovations and Investments]. 2023;7:193–198. (In Russ.)
5. Devitsyna S., Pilkevich P., Udod E. Ways to improve the security of services using JWT-tokens. *Ekonomika. Informatika* [Economics. Computer Science]. 2023;50(1):144–151. (In Russ.)
6. Monakhov M., Uymin A. JSON Web Token infrastructure. *Informatika, vychislitel'naya tekhnika i upravlenie. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Security infrastructure. Series: Natural and Technical Sciences]. 2023;1:136–141. (In Russ.)
7. Betelin A. B., Egorychev I. B., Prilipko A. A., Prilipko G. A., Romanyuk S. G., Samborskiy D. V. Some features of JWT authentication in web applications. *Trudy NIISI* [Proceedings of the Scientific Research Institute of System Analysis of the Russian Academy of Sciences]. 2021;11,1:4–10. (In Russ.)
8. Bolshakov A. S., Dobryakov A. S., Tuktarov R. R. On the implementation of information security in distributed data storage system for small businesses. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. 2025;2(122):374–397. URL: http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_54N12y24_Bolshakov.pdf_16c0147d0c.pdf (accessed 12.01.2026). (In Russ.)
9. RFC 7519. JSON Web Token (JWT). URL: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7519> (accessed 12.01.2026).
10. Role Based Access Control. URL: <https://csrc.nist.gov/projects/role-based-access-control> (accessed 15.01.2026).
11. Davydov D. Standards of a role-based approach to access management. Cleverics.ru. Digital Enterprise, web site. URL: <https://cleverics.ru/digital/2015/10/incits-rbac-standards> (accessed 15.01.2026)* (In Russ.)

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

12. Kornienko S. V., Protasov M. S. Implementation of the role-based access control model (mutually exclusive roles model) at higher education institution. *Intellektual'nye tekhnologii na transporte* [Intelligent technologies in transport]. 2025;4(44):5–16. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.01.2026
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

М. В. Исаева, кандидат технических наук, доцент

Л. Ю. Киприна, кандидат технических наук, доцент

Н. М. Семенов, магистрант

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 671 + 67.1; 391.75; 18; 316.7

EDN KANNDC

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-48-57>

Сергей Ильич Галанин¹

Алексей Вячеславович Зябликов²

^{1,2} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

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

² a.zyablikov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2054-0066>

НЕТРАДИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЮВЕЛИРНЫХ УКРАШЕНИЯХ И БИЖУТЕРИИ: СОЦИОКУЛЬТУРНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Аннотация. В статье рассмотрены социокультурные аспекты применения нетрадиционных и нестандартных материалов в современных ювелирных украшениях и бижутерии. Показано, что всплеск интереса к поиску нетрадиционных решений в современном ювелирном искусстве обусловлен не только появлением новых технологий и разработкой новых материалов, обладающих уникальными характеристиками, но и широким спектром социальных явлений, обычаев, традиций: общим культурным и образовательным уровнем общества, социальными тенденциями и веяниями, художественным стилем эпохи, модой, самопозиционированием человека в обществе, творческой фантазией и вкусом их создателя. Доказано, что нетривиальные и неожиданные дизайнерские решения объясняются не только экспериментаторским азартом и достоинствами используемых нетрадиционных и нестандартных материалов, но и факторами социального бытия: изменением структуры потребления, нюансами психологии и семиотики, трансформацией гендерных представлений и эстетических приоритетов человека.

Ключевые слова: ювелирные украшения, бижутерия, нетрадиционные и нестандартные материалы в ювелирных украшениях, социокультурная среда, социальное бытие, постмодернистская модель культуры, семантика потребления, контекстуальность

Для цитирования: Галанин С. И., Зябликов А. В. Нетрадиционные материалы в ювелирных украшениях и бижутерии: социокультурное измерение // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 48–57. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-48-57>.

Original article

Sergey I. Galanin¹

Alexey V. Zyablikov²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

NON-TRADITIONAL MATERIALS IN JEWELLERY AND COSTUME JEWELLERY: SOCIO-CULTURAL DIMENSION

Abstract. The article deals with socio-cultural aspects of the use of non-traditional and non-standard materials in modern jewellery and costume jewellery. It is shown that the surge of interest in the search for non-traditional solutions in modern jewellery art is caused not only by the emergence of new technologies and the development of new materials with unique characteristics, but also by a wide range of social phenomena, customs, traditions – the general cultural and educational level of society, social trends and trends, artistic style of the era, fashion, self-positioning of a person in society, creative imagination and taste of their creator. It is proved that non-trivial and unexpected design solutions are explained not only by experimental excitement and the advantages of the used non-traditional and non-standard materials, but also by the factors

© Галанин С. И., Зябликов А. В., 2026

of social existence – changes in the structure of consumption, nuances of its psychology and semiotics, transformation of gender perceptions and aesthetic priorities of a person.

Keywords: *jewellery, costume jewellery, non-traditional and non-standard materials in jewelry, socio-cultural environment, social being, postmodern model of culture, semantics of consumption, contextuality*

For citation: Galanin S. I., Zyablikov A. V. Non-traditional materials in jewellery and costume jewellery: socio-cultural dimension. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 48–57. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-48-57>.

Современный постиндустриальный мир формирует особую семиосферу, которая фиксирует новое, порой радикальное переосмысление традиционных представлений. Деформация культурного контекста, спровоцированная попытками уйти от функциональности как главного критерия оценки и мерила качества чего бы то ни было, меняет рожденные модернистским техноморфизмом представления о бытовании предметов. Вещи, говоря словами немецкого философа и социолога Петера Козловски, «независимо от наших технических целей и интересов обнаруживают собственную имманентную телеологию и целесообразность» [1, с. 13].

Постмодернистская модель культуры утверждает множественность истин, акцентирует внимание на свободе и самости в их сущностных свойствах, отрицает статичное состояние идентичности. Аналитическое и отвлеченное начала, конкуренцией и энергией столкновения которых развивалось искусство, сегодня вступили в состояние «замороженного конфликта». Эстетика постмодерна, находящегося в настоящее время в конвульсивно-кризисной фазе и нередко носящего черты буйствующей эклектики и анархического плюрализма, продолжает оказывать решающее влияние на такие сферы, как архитектура, дизайн, реклама. Конечно, не осталось в стороне от названных веяний и ювелирное искусство. В частности, в последние годы наметилась явная тенденция широкого применения нетрадиционных и нестандартных материалов в ювелирных украшениях¹. Хотя первые примеры их применения датируются семидесятыми – восьмидесятыми годами прошлого столетия, действительно значимый интерес к ним возник на рубеже XX–XXI веков и только набирал силу в последние десятилетия. Особое место здесь занимает бижутерия – украшения, которые изначально изготавливались из неюве-

лирных материалов, хотя часто и с использованием ювелирных технологий. В данном сегменте применение материалов, которые являются нестандартными и нетрадиционными для ювелирных украшений, намного шире и имеет богатый исторический опыт.

Всплеск интереса к поиску нетрадиционных решений в современном ювелирном искусстве обусловлен не только появлением новых технологий и разработкой новых материалов, обладающих уникальными характеристиками, но и причинами социокультурного свойства. Переосмысление значения ювелирного искусства, изменение потребительских предпочтений в украшениях и появление новых тенденций и модных течений в ювелирной индустрии в значительной степени определяется факторами социального бытия, трансформацией культурных и ментальных оснований.

Что такое ювелирные украшения? Украшением называют какой-либо яркий, красивый и т. п. предмет, с помощью которого люди улучшают свой внешний вид [2]. Л. Я. Штернберг определяет «украшение (*schmuck* – нем., *parure* – франц.) как термин, под которым в этнографии понимаются объекты и приемы убранства человеческого тела, которые, независимо от своего первоначального генезиса предназначаются для того, чтобы вызывать у других благоприятные для украшаемой личности эмоции – эстетические, эротические, удивления, уважения, страха и т. п.» [3].

Л. Я. Штернберг предлагает свою классификацию «украшений в этнографическом значении», разделив их на две большие группы:

1) украшения, являющиеся следами воздействий непосредственно на тело человека – окрашивание, татуирование, некоторые виды деформации;

2) украшения в виде посторонних объектов, тем или иным способом прикрепляемых к телу либо непосредственно, либо в виде одежды.

П. Р. Гамзатова предлагает свой термин для концептуального объединения украшений именно человеческого тела: «телесно-ориентированные артефакты и артпрактики», отделив их от всего, что связано с декорированием и ор-

¹ К нетрадиционным отнесем материалы, которые ранее широко применялись, а в настоящее время их применение по разным причинам ограничено; также новые материалы, недавно созданные или синтезированные, применение которых началось недавно. К нестандартным – материалы, которые никогда не относились и не относятся к ювелирным.

наментированием архитектурных форм, плоскостей и музыки [4].

А. Р. Лурья, размышляя о психологических мотивах использования украшений, предлагает такую типологию:

1) *женские*, характеризующиеся эмоциями пассивного характера, группирующиеся вокруг потребностей нравиться и привлекать;

2) *мужские*, несущие эмоции активного характера, ориентированные на социальную деятельность и проявляющиеся в желании утверждать себя, расширять свою власть, покорять, преобладать (им соответствуют механизмы по созданию необходимого эффекта неуязвимости, устрашающей мощи, «неотразимого впечатления» у воинов: механизмы увеличения объемов, яркости окраски и т. д.) [5].

Сегодня западоцентричная массовая культура активно, если не сказать агрессивно, девальвирует обыденные представления о гендерных ролях. Речь идет не о феминизации бизнеса, политики и сферы управления, а о продвижении андрогинной модели человека: в ней, судя по всему, видится не просто альтернатива традиционному обществу, но и надежное средство искоренения всяческой розни и дискриминации: половой, расовой, экономической и пр.

Украшение в безбрежном пространстве артефактов нередко выполняет функцию культурного посредника – фетиша, выводящего нас в иное измерение жизни, связанное с мифологическими или религиозными представлениями.

Таким образом, исследователи подчеркивают, что предпосылками использования украшений являются гендерно ориентированные эмоции. Причем эти эмоции существуют уже на протяжении тысячелетий, хотя и могут претерпевать некоторую трансформацию в зависимости от положения гендера в обществе, уровня экономического достатка, модных тенденций, уровня развития технологий, территориальных и географических особенностей [6].

Ювелирные украшения всегда обладали и обладают уникальными функциями. Отражая широкий спектр социальных явлений, обычаев, традиций, они тесно связаны с художественным стилем эпохи, с творческой фантазией и вкусом их создателя, а также с личным стилем обладателя этих украшений или канонизированным стилем общества. Надевая украшения, человек не просто тешит свое самолюбие, но и приобщается к миру определенных идей и представлений [4].

Почему драгоценные? Из истории ювелирного искусства известно, что ценные украшения создавались не только из золота и сере-

бра. Железо, бронза, медь и другие металлы и сплавы высоко ценились в древности. Но драгоценные металлы занимают особое место в ювелирном деле. Во-первых, это связано с их свойствами: пластичностью, устойчивостью к коррозии, особым цветом. Во-вторых, выбор определенных драгоценных металлов или камней обуславливается историческими традициями, обычаями, законами и нормами, господствующими в обществе в тот или иной период времени. В-третьих, часто народные представления связывают благородные металлы и драгоценные камни с потусторонними силами, наделяя их специфическими магическими свойствами [4].

Для современных россиян в словосочетании «ювелирное искусство» существительным является «ювелирное», прилагательным – «искусство». Как следствие, явное предпочтение украшений из золота, даже при их невысоком качестве и дизайне. В массовом сознании жителей нашей страны живет рудиментарное восприятие золота как дефицитного и «статусного» товара. Свою роль играет и архаичное стремление новой «буржуазии» к демонстрации своей социальной значимости и платежеспособности. В какой-то момент художественно-эстетическая значимость золотых и серебряных украшений в массовом восприятии уступила место критерию социального престижа и экономической выгоды, изделия из драгоценных металлов утратили ауру эмоциональных и духовных переживаний, превратились в символ, а порой и в прямой эквивалент достатка [4].

«Оденьте наших советских женщин княжески, и пусть весь мир ими любит», – эта приписываемая Сталину фраза завершила период аскетизма послереволюционного и предвоенного времени. С этим «княжеским» стилем, который в массовом сознании устойчиво отождествлялся с золотом и драгоценными камнями, мы расстаемся с трудом. Может поэтому современные цены на золото в России выше, чем в зарубежных странах, даже при невысоком качестве некоторых изделий. Отметим и политико-экономический аспект проблемы: «золотые сбережения» в советский период, когда люди всегда задумывались о сбережениях на черный день, оставались самым доступным и надежным средством капитализации.

Невысокий уровень массовой ювелирной продукции в СССР обуславливался не только высоким спросом на золото как таковое, но и системой ценообразования. Драгоценный металл в изделии стоил значительно больше, чем в виде сырья. Кроме того, золото в виде металла

в продаже отсутствовало. При этом в государственной ювелирной торговле уровень дизайна изделия кардинально не влиял на его цену. Необходимо отметить, что тривиальные дизайнерские решения и невысокое качество ювелирных украшений массового спроса в значительной мере характеризуют и постсоветское пространство. Исследованию этого феномена посвящен ряд публикаций [7–12].

В поисках новых материалов и дизайнерских подходов

В годы «застоя» художниками-ювелирами, в основном членами прикладной секции Союза художников, поддерживался высокий уровень мастерства. Но из-за государственной монополии на драгоценные металлы, камни и изделия из них работа с ними частных лиц была запрещена. Произведения из недорогих материалов, созданные художниками-ювелирами, как правило, имели выставочный характер или продавались в художественных салонах. Вследствие неразвитости механизмов моды, модной индустрии связь между массовым и художественным, между ювелирным производством и искусством в СССР практически отсутствовала.

Зарубежную ювелирную стилистику XX века формировали как крупные ювелирные бренды, так и известные мастера-ювелиры. Свою лепту внесли и крупнейшие европейские художники, живописцы и скульпторы: Пикассо, Дали, Джакометти, Фонтана, Брак, Макс Эрнст, Танги, Арп и др., стремящиеся распространить собственный художественный стиль на дизайн индивидуальных ювелирных украшений, что позволило создать подлинные шедевры ювелирного искусства.

К характерным тенденциям и ювелирного искусства, и социального сознания последнего времени можно отнести, во-первых, значимость проявления человеческого гения, творчества, фантазии, рассмотрение стиля с точки зрения реализации в нем духовных устремлений эпохи, а, во-вторых, как следствие, – определенную индифферентность к материальной ценности используемого сырья и, более того, нарочитый интерес к новым синтетическим, порой весьма недорогим, материалам. Новые материалы применяют не только и не столько из-за их невысокой цены, а по причине того, что они за счет своих уникальных свойств позволяют решить необходимые дизайнерские задачи [4, 13, 14].

Культуру постмодерна отличает не только тесное соприкосновение искусства и хозяйственно-экономической сферы (в том числе маркетинговых технологий), но и глубокое их

взаимопроникновение: «Взаимное оплодотворение экономического производства и художественного производства способствует эстетическому обучению, апробации новых техник вплоть до упражнения в технике ремесел. Во взаимообмене между искусством и экономикой искусство берет на себя функции создания новых материалов, техник, а экономика следует в фарватере художественного авангарда» [1, с. 153]. К слову, смещаются акценты и в соотношении человек – техника. Именно последняя должна сегодня приспособливаться к человеку (а не наоборот!), к его творческим и эстетическим запросам.

Современную моду характеризует изменившееся отношение человека к красоте. Ж. Бодрийяр, давший глубокую и развернутую характеристику обществу потребления, отмечал его стремление к тотальной гомогенизации, к созданию системы, где достигается сочетание знаков всех категорий благ [15, с. 13]. Так, современный сетевой супермаркет или косметический салон предлагают модель жизненного пространства, в котором комфорт, польза и красота образуют нерасторжимое единство. Вещи и услуги становятся не только знаком достатка, но и «знаком счастья». С помощью рекламы и других рупоров массовой культуры в голову потребителя методично вбивается представление о том, что он обладает законным правом на красоту, изобилие и счастье, которое обязательно должно быть измеримо. Не случайно Ж. Бодрийяр определяет общество потребления как «систему манипуляции знаками» [15, с. 22].

Ювелирные изделия идеально подходят на роль знаков счастья, активно демонстрируют, что их обладатель живет с «правильной» жизненной установкой, суть которой в заботе о себе. Речь в данном случае идет, конечно, не об умственных практиках в духе Сократа, не о стремлении к нравственному самосовершенствованию в понимании Л. Н. Толстого, а, скорее, об ухоженности волос и ногтей, о диете и правильном питании, о досуге и удовольствиях (в том числе сексуальных). Будь стильным и красивым – вот главный социальный императив нашего времени. Гипертрофированная забота о своем теле, ставшем полем для самых смелых косметических, медицинских, художественных и гендерных экспериментов, сродни той мистической одержимости, с которой бальзамировщики Древнего Египта колдовали над телом умершего фараона. М. Фуко, изучавший этику удовольствий и причины ее трансформации, отмечал, что главным критерием «заботы о себе» по-прежнему является умение индивида властвовать над собой, но «эта власть отныне

распространяется на опыт, в соответствии с которым отношение к себе принимает форму не просто владения, но радости, не ведающей надежд и тревог» [16, с. 77].

Экстремальной, но от этого не менее популярной формой демонстрации обладания знаками счастья является расточительство, и ювелирные изделия в части обслуживания такого рода спроса – вне конкуренции. Сам факт траты, дорогой покупки (безотносительно приобретаемого предмета) рождает у потребителя психологическую уверенность и глубокое удовлетворение, близкое к религиозному чувству: в системе потребления обладание вещами (не обязательно дорогими и роскошными), по мнению Ж. Бодрийера, эквивалентно *спасению* [15, с. 49]. Безудержная фетишизация жизненного пространства идет рука об руку с шопоманией, которая давно квалифицируется не как девиация, а как норма. Безделушка, порой совсем не дешевая, способна вызвать у потребителя такой же безотчетный восторг, какой когда-то производили на диких обитателей удаленных островов стеклянные бусы в руках алчного мореплавателя-европейца. Важно отметить, что желание приобрести какую-либо вещь определяется не свободным выбором покупателя, а самой системой производства: именно оно формирует пресловутые *потребности* субъекта.

Производители ювелирной продукции чутко реагируют на изменения в структуре, психологии и семантике потребления. Еще один парадокс потребления: сегодня на повестке дня – явное стремление субъекта к персонализации, порой перерастающее в нарциссичное самоупоение, в желание чем-то эпатировать публику, выделиться из толпы любыми средствами; однако этот тотальный разворот к индивидуализации в итоге приобретает характер коллективного акта, формирует единый для всех поведенческий кодекс, усредняет и нивелирует человека. Потребление – род социальной муштры, когда человек, какой бы яркой индивидуальностью он себя ни ощущал, вынужден вместе со всеми стоять на плацу, слушать чужие приказы и неукоснительно их выполнять.

В борьбе за потребителя, чтобы помочь ему не отстать от запросов времени, выразить и подчеркнуть свою индивидуальность, многие ювелирные бренды стали создавать изделия с использованием новых материалов, ценность которых более эстетическая, чем материальная [17, 18]. Если прежде выбор материала диктовался по преимуществу стремлением к функциональности и упорядочиванию, то сегодня ставка делается на воображение и фантазийное

формо- и образотворчество. Шарль Бодлер в заметках о художественном салоне 1859 г., проходившем в Елисейском дворце, писал: «Недооценка роли воображения, презрительное неприятие всего подлинно великого, любовь, – нет, это слишком высокое слово – интерес исключительно к ремесленной стороне искусства, – вот, как мне кажется, основные причины снижения творческого уровня художника» [19, с. 673]. Впрочем, тот же Бодлер утверждал, что «воображение, не опирающееся на мастерство, сродни безумию» [19, с. 674]. К сожалению, в третьем десятилетии XXI века у публики нередко появляется повод вспомнить это суждение знаменитого французского поэта. Понятно, что творческое воображение не сродни созданию фиктивных и заведомо симулятивных образов, на создание которых сегодня брошены значительные силы [20].

Перечень новых материалов, используемых в украшениях, очень широк. Это не только вновь синтезированные, но и материалы природного происхождения, а также материалы, полученные в результате вторичной переработки, предметы и отходы, превращающиеся в изделия или в их части, и многое другое. Подробному анализу их генезиса и применения посвящены некоторые публикации [21, 22].

Украшения и социокультурная среда.

Социокультурные процессы в обществе зависят от множества взаимодействующих между собой факторов: уровня образованности и информированности населения, его возраста, национальных традиций и их влияния на общество, степени урбанизированности, информационного и технологического развития, политических и экономических кризисов, уровня доходов населения, войн, эпидемий и многого другого [23]. Эти процессы обеспечивают культурные и эстетические приоритеты населения, в том числе влияют на дизайн украшений, на возрастающий или падающий интерес к дорогим или дешевым ювелирным изделиям, различного рода бижутерии. И проследить генезис формирования модных течений в ювелирном искусстве не всегда представляется возможным.

Можно выделить несколько причин вовлечения новых нетрадиционных и нестандартных материалов в круг использования в ювелирных украшениях.

1. Ведущие ювелирные бренды и торговые марки в стремлении остаться на плаву в сложной экономической ситуации ищут новые дизайн-приемы, привлекающие покупателей. Использование новых материалов позволяет отчасти решить эту проблему и в определен-

ной степени уменьшить стоимость украшений. Заметим, что креативные дизайнерские решения и применение нестандартных материалов в большей степени мотивированы не стремлением к «демократизации» продукции, а скорее, поиском новых стимулов для сохранения и расширения респектабельной, платежеспособной клиентской базы. Говоря словами Ж. Бодрийера, «именно на базе роскоши потребляется утраченная простота» [15, с. 125]. В силу этого брендовое ожерелье из бутылоч-

ных пробок может стоить не меньше аналогичного изделия из драгоценного металла. Нетрадиционные материалы нередко выполняют функции конструкционных, например, являются основой колец из керамики, дерева, алюминия, титана или других материалов (рис. 1); могут придавать декоративность, оттеняя драгоценные материалы (окрашенный титан и алюминий, пластмасса, бумага и др.) вставками или элементами украшений (рис. 2).



Рис. 1. Кольца с основой из различных нетрадиционных материалов:

- а* – из керамики с красным золотом и бриллиантами от *SOKOLOV*;
- б* – из древесины венге с балтийским янтарем и вставкой из граба и акации «Индонезия» от *Amberholl*;
- в* – из алюминия с золотом и бриллиантом от *Hemmerle*; *г* – из титана с подвижным черным бриллиантом от *Messika* (из открытых источников)



Рис. 2. Ювелирные украшения с нетрадиционными материалами:

- а* – серьги «Взмах» (серебро, акрил, цветная бумага) от Натальи и Татьяны Тарасовых;
- б* – серьги из коллекции *Unique* (титан, белое золото, белые бриллианты, сапфиры, белый жемчуг) от *Lancon*;
- в* – серьги (золото, подложка из анодированного алюминия, рубины и шпинель) от *EPIC Contemporary Art Jewellery*;
- г* – колье (голографический горный хрусталь, золото и бриллианты) от *Boucheron* (из открытых источников)

2. Возможность освободиться от старых конструктивистских клише, ощутить простор для неожиданного творческого маневра. Для современного искусства характерен поиск образов-конstellаций, синкретично соединяющих в себе черты, присущие различным эпохам, художественным и религиозным направлениям, традициям, школам. Миссия художника видится в преодолении смысловой раздробленности мира. Потому главным признаком искусства становится контекстуальность – нацеленность на выявление внутренних связей предметов и явлений, лишенная директивной заданности.

3. Пандемийная изоляция населения, удаленный режим работы пробудили стремление заполнить уменьшившуюся нишу социальных

контактов. Это породило желание некоторых людей к самовыражению, к изготовлению недорогих украшений из неювелирных, легко доступных материалов вручную (*handmade*) для себя и своих близких, что вызвало всплеск интереса к такого рода изделиям и сформировало моду на них (рис. 3).

Этому способствует развитие информационного пространства, медийных ресурсов и цифровых технологий, а также разрастание *pro-am* среды, стирающей грани между любителем и профессионалом. Пандемийное «сидение» активировало пробуждение авторского Я, неожиданно выступило стимулом для реализации творческой рефлексии субъекта. Заметим, что сама мода, в том числе на ювелирные артефак-

ты, сродни пандемийным процессам: защититься от нее получается не всегда, даже при соблюдении необходимых мер предосторожности.

4. Ювелирные бренды обслуживают валобразно растущий спрос на *новизну*. У этого процесса есть неприглядная изнанка – появление ряда «модных» дизайнеров и псевдобрендов, которые в стремлении заявить о себе и ворваться на рынок ювелирных украшений и бижутерии стараются эпатировать публику экстравагантными дизайнерскими решениями и формами с использованием самых необычных материалов (рис. 4). Эта тенденция – стремление всеми доступными средствами пробиться к славе, узна-

ваемости, богатству – в последние годы набирает силу, что во многом конгениально так называемому современному искусству, самочинно объявившему себя передовой и здоровой альтернативой «обветшалым» классическим, традиционным художественным формам. Ироничное отношение к классике возможно, но оно не должно перерасти в глумливые и самоцельно обличительные формы. Если говорить о современном ювелирном искусстве, то в общем бурном потоке новых дизайнерских идей бывает трудно, а порой и невозможно разглядеть действительно талантливые и достойные внимания изделия.

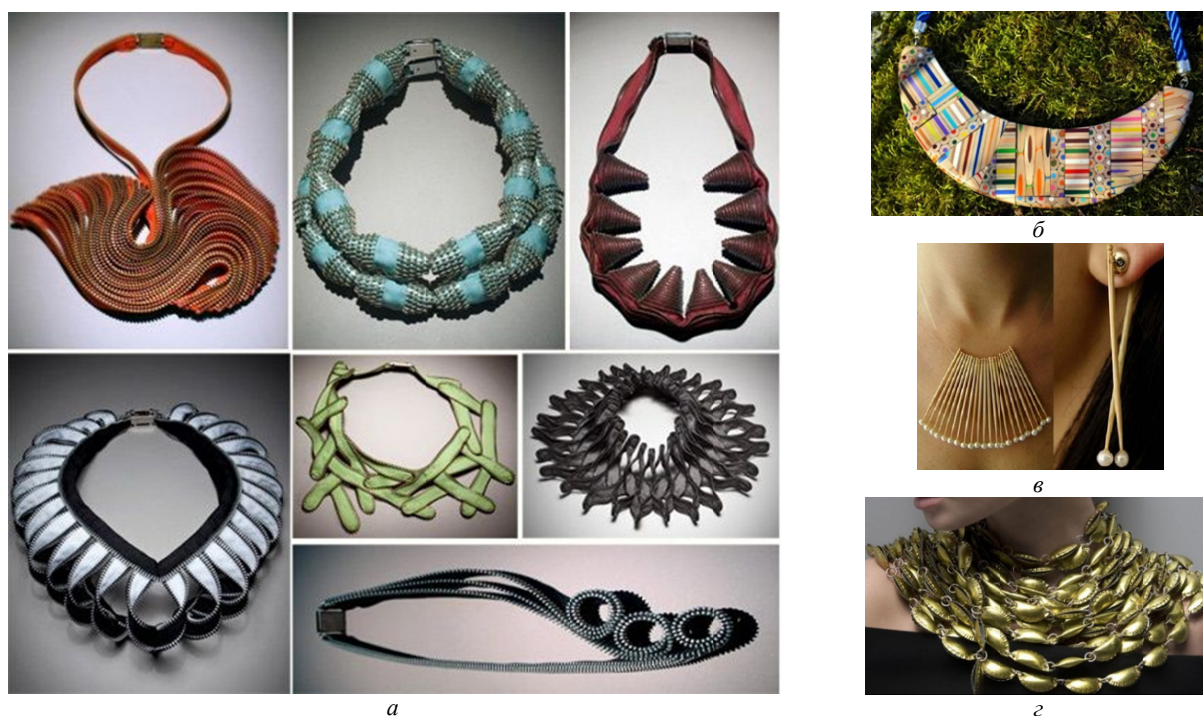


Рис. 3. Украшения *handmade* из доступных неювелирных материалов:
 а – из застежек-молний от *Kate Cusack*; б – из цветных карандашей от *Maria Cristina Bellucci*;
 в – из зубочисток от *Mana Bernardes*; г – из бутылочных крышек от *Yoav Kotik* [24]



Рис. 4. Украшения в стиле авангард:
 а – браслет из полиамида, выращенный по 3D-технологии от Евгении Балашовой;
 б – серьги из полиамида от Ксении Загайновой; в – комплект из полимеров; г – серьги от *Schiaparelli*;
 д – дерево и кристаллы *Swarovski* в коллекции украшений от *Stephanie Bila* (из открытых источников)

Заметим, что ювелирные изделия из нетрадиционных и нестандартных материалов столь

же подвержены риску приобрести китчевое звучание, сколь и предметы из драгоценных метал-

лов: претенциозность уравнивает в правах и возможностях и «новорусскую» золотую цепь, и кольцо из деревянных зубочисток.

ВЫВОДЫ

Поиск креативных решений в современном ювелирном искусстве связан не только с технологическими преимуществами эпохи, но и с ее социокультурными основаниями, ментальными особенностями. Нетривиальные и неожиданные дизайнерские ходы объясняются не только экспериментаторским азартом и физическими достоинствами используемых нетрадиционных и нестандартных материалов, но и факторами социального бытия: изменением структуры потребления, нюансами его психологии и семиотики, трансформацией гендерных представлений и эстетических приоритетов человека. Человек окончательно переселился в гомогенную вселенную вещей, формирующих естественную и привычную среду обитания. Функциональность уступает место субстанциональности, выводя на первый план символические и эстетические качества продукта потребления.

Культуру постмодерна отличает диффузное единство искусства и техники (технологий), искусства и экономики, маркетинга, что отчетливо проявляется в современном производстве ювелирных украшений. Оно обслуживает все возрастающий спрос на новации, на то, что подчеркивает и выявляет индивидуальность – даже если эта цель достигается эпатажными средствами. Выбор материала для изготовления ювелирного изделия сегодня нередко определяется фантазийным образотворчеством и рискованными экспериментами с формой. Впрочем, ювелирные бренды не только живо откликаются на потребности публики, они сами формируют спрос, закладывают модные тенденции, органичные современной интерпретации «культуры себя», основывающейся на гипертрофированном интересе субъекта к своему телу и полу.

Среди главных художественных приоритетов сегодня – синтетизм и плюрализм, многозначность и поливариантность. В силу этого ювелирное производство оказалось весьма удобной площадкой для реализации интегрирующей и коммуникативной роли искусства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Козловски П. Культура постмодерна: общественно-культурные последствия технического развития : пер. с нем. М. : Республика, 1997. 240 с.
2. Украшения // Толковый словарь Дмитриева. Словари и энциклопедии на «Академике» : интернет-сервис. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/dmitriev> (дата обращения: 08.08.2024).
3. Штернберг Л. Я. Украшения // Энциклопедический словарь Ф. А. Брокгауза и И. А. Эфрона. СПб., 1902. Т. 34А(68). С. 638–642.
4. Гамзатова П. Р. Русское ювелирное искусство 1980–2000-х годов: Чувства, переживания, фантазии человека. От рок-культуры до эмоциональной усталости. М. : ЛЕНАНД, 2023. 200 с.
5. Лурия А. Р. К психоанализу костюма // Психологическое наследие : избранные труды по общей психологии / под ред. Ж. М. Глоzman, Д. А. Леонтьева, Е. Г. Радковской. М., 2003. С. 37–48.
6. Галанин С. И., Ишутина А. Н. Факторальная доминанта в выборе материалов художественных изделий тропической Африки // XVIII Всерос. науч.-практ. конф. и смотр-конкурс творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению ТХОМ. 12–15 октября 2015 г. : сб. тр. / под ред. С. И. Галанина. Кострома : Изд-во КГТУ, 2016. С. 505–512.
7. Беркович М. И., Галанин С. И. Ювелирное производство в России // ЭКО. 2009. № 7. С. 80–95.
8. Галанин С. И., Шорохов С. А. Проблемы российской ювелирной отрасли // Вестник РАЕН. 2011. № 2. С. 85–90.
9. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. 2011. № 2(17). С. 60–63.
10. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Проблемы дизайна отечественных ювелирных изделий // Дизайн. Теория и практика. Вып. 6. 2011. С. 62–70.
11. Галанин С. И. Влияние социокультурной среды на формирование рынка ювелирных изделий и бижутерии // Костромской гуманитарный вестник. 2014. № 1(7). С. 74–77.
12. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственный университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
13. Колупаев К. Н. Новые направления в дизайне ювелирных изделий как следствие применения новых материалов и технологий // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 44–50.
14. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология – три составных части ювелирных украшений // Дизайн и технологии. 2022. № 87(129). С. 13–23.
15. Бодрийяр Ж. Общество потребления : пер. с фр. М. : АСТ, 2022. 320 с.

16. Фуко М. История сексуальности – III: забота о себе : пер. с фр. Киев : Дух и литера ; М. : Грунт ; Refl-book, 1998. 282 с.
17. Галанин С. И., Доберштейн В. Ю., Колупаев К. Н. Особенности дизайна ювелирных изделий в условиях создания бренда, брендинга и брендинга // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2017. № 1. С. 12–19.
18. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 34–43.
19. Бодлер Ш. Цветы зла. Обломки. Парижский сплин. Искусственный рай. Эссе. Дневники. Статьи об искусстве : пер. с фр. М. : РИПОЛ КЛАССИК, 1997. 960 с.
20. Максименко А. А., Зябликов А. В., Вахрушева А. В. Удалить нельзя оставить: цифровая симуляция в онлайн-диалоге власти и общества // Цифровые технологии и право : сб. тр. II Междунар. науч.-практ. конф. В 6 т. Т. 4. Казань : Познание, 2023. С. 269–272.
21. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные металлы и сплавы в ювелирных изделиях // Технология художественной обработки материалов : материалы XXVI Всерос. науч.-практ. конф. Ростов на/Д, 2024. С. 45–49.
22. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные и нестандартные материалы в ювелирных украшениях: история и современность // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 45–51.
23. Зябликов А. В. Всё начинается с культуры // Костромской гуманитарный вестник. 2011. № 1(1). С. 3–4.
24. Удивительные украшения из необычных материалов // Ярмарка мастеров : офиц. сайт. URL: <https://www.livemaster.ru/topic/2464353-udivitelnye-ukrasheniya-iz-neobychnyh-materialov> (дата обращения: 08.08.2024).

REFERENCES

1. Kozłowski P. Postmodern Culture: Social and Cultural Consequences of Technological Development. Per. from German. Moscow, Respublica Publ., 1997. 240 с. (In Russ.)
2. Jewelry. URL : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/dmitriev> (accessed 08.08.2024). (In Russ.)
3. Sternberg L. Ya. Jewelry. Encyclopedic Dictionary of F. A. Brockhaus and I. A. Efron. Saint Petersburg, 1902;34A(68):638–642. (In Russ.)
4. Gamzatova P. R. Russian jewelry art of 1980–2000s. Feelings, Experiences, Human Fantasies. From rock-culture to emotional fatigue. Moscow, LENAND Publ., 2023. 200 p. (In Russ.)
5. Luria A. R., ed. by J. M. Glozman, D. A. Leontiev, E. G. Radkovskaya. To the psychoanalysis of costume. Psychological heritage: Selected works on general psychology. Moscow, 2003. С. 37–48. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Ishutina A. N. Factorial dominance in the choice of materials of artistic products of tropical Africa. XVIII All-Russian Scientific and Technical Conference and Review-Competition of creative works of students, graduate students and teachers in the direction of THOM October 12–15, 2015. Kostroma, Kostrom. St. Technol. Univ. Publ., 2016. P. 505–512. (In Russ.)
7. Berkovich M. I., Galanin S. I. Jewelry production in Russia. *EKO* [ECO]. 2009;7(421):80–95. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Shorokhov S. A. Problems of the Russian jewelry industry. *Vestnik RAEN* [Bulletin of the Russian Academy of Natural Sciences]. 2011;2:85–90. (In Russ.)
9. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design and technology of jewelry: Russian peculiarities. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2011;2(17):60–63. (In Russ.)
10. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Domestic jewelry design problems. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2011;6:62–70. (In Russ.)
11. Galanin S. I. Influence of socio-cultural environment on the formation of the market of jewelry and bijouterie. *Kostromskoj gumanitarnyj vestnik* [Kostroma Humanitarian Bulletin]. 2014;1(7):74–77. (In Russ.)
12. 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.)
13. Kolupaev K. N. New trends in jewellery design as a consequence of the use of new materials and technologies. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61):44–50. (In Russ.)
14. 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.)
15. Baudrillard J. Consumer Society. Per. from French. Moscow, AST Publ., 2022. 320 p. (In Russ.)
16. Foucault M. History of Sexuality-III: Care of Self. Per. s franc. Kiev, Dukh i litera Publ.; Moscow, Grunt, Refl-book, 1998. 288 p. (In Russ.)

17. Galanin S. I., Kolupaev K. N., Dobershtejn V. Yu. The features of jewelry design in the context of brand creation, branding and branding development. *Trudy Akademii tekhnicheskoy estetiki i dizajna* [Proceedings of the Academy of Technical Aesthetics and Design]. 2017;1:12–19. (In Russ.)
18. Galanin S. I., Rybakova I. V., Kolupaev K. N. Peculiarities of Russian jewellery brands. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;3(61):34–43. (In Russ.)
19. Baudelaire C. Flowers of evil. Debris. Parisian spleen. Artificial paradise. Essays. Diaries. Articles about art. Translated from French. Moscow, RIPOL CLASSIC Publ., 1997. 960 p. (In Russ.)
20. Maximenko A. A., Zyablikov A. V., Vakhrusheva A. V. Delete cannot be left: digital simulation in the online dialog of power and society. *Cifrovye tekhnologii i pravo* [Digital Technologies and Law] : collection of the II International Scientific and Practical Conference. In 6 vols. Vol. 4. Kazan, Poznanie Publ., 2023. P. 269–272. (In Russ.)
21. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional metals and alloys in jewelry. *Tekhnologiya hudozhestvennoj obrabotki materialov* [Technology of artistic processing of materials]. Materials of the XXVI All-Russian Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2024. P. 45–49. (In Russ.)
22. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional and non-standard materials in jewellery: history and modernity. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;1(63):45–51. (In Russ.)
23. Zyablikov A. B. Everything begins with culture. *Kostromskoj gumanitarnyj vestnik* [Kostroma Humanitarian Bulletin]. 2011;1(1):3–4. (In Russ.)
24. Amazing jewelry made of unusual materials. Fair of Craftsmen : off. website URL : <https://www.livemaster.ru/topic/2464353-udivitelnye-ukrasheniya-iz-neobychnyh-materialov> (accessed 08.08.2024). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 02.12.2024
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С. И. Галанин, доктор технических наук, профессор
А. В. Зябликов, доктор исторических наук, доцент

Научная статья
УДК 671.1+739.2
EDN KAWWOC
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-58-62>

Александр Олегович Сильянов¹

Сергей Ильич Галанин²

^{1,2} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

¹ silyanov_ao@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3024-5521>

² sgalanin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5425-348X>

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ ЛИТЫХ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С УЧЕТОМ ФИНИШНОЙ ГАЛТОВКИ

Аннотация. В статье рассматривается динамика уменьшения высоты рельефа поверхности литых образцов из различных ювелирных сплавов золота 585 пробы и серебра 925 пробы. Определено возрастание скорости уменьшения высоты рельефа от твердости сплава в следующем ряду: белое золото – красное золото – лимонное (желтое) золото – серебро. Показано, что более острые участки рельефа уменьшаются с большей скоростью по сравнению с плоскими участками. Уменьшение массы образцов незначительно в связи с особенностями сглаживания поверхности при галтовочных операциях. Даны рекомендации по проектированию 3D-моделей изделий с целью сохранения их дизайна в процессе изготовления.

Ключевые слова: «прямое» литье, рельеф поверхности, финишное галтование, дизайн ювелирных изделий, динамика уменьшения высоты рельефа, шероховатость поверхности, ювелирные сплавы

Для цитирования: Сильянов А. О., Галанин С. И. Особенности проектирования рельефа поверхности литых ювелирных изделий с учетом финишной галтовки // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 58–62. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-58-62>.

Original article

Alexander O. Silyanov¹

Sergey I. Galanin²

^{1,2} Kostroma State University, Kostroma, Russia

PECULIARITIES OF SURFACE RELIEF DESIGN CAST JEWELLERY TAKING INTO ACCOUNT FINISHING GALTING

Abstract. The article deals with the dynamics of surface relief height reduction of cast samples made of different jewellery alloys of 14K gold and 22K silver. The increase in the rate of relief height reduction from the alloy hardness is determined in the following series: white gold – red gold – lemon gold – silver. It is shown that sharper relief areas decrease at a higher rate compared to flat areas. The mass reduction of the samples is insignificant due to the peculiarities of surface smoothing during galting operations. Recommendations on designing 3D models of products in order to preserve their design during manufacturing are given.

Keywords: “direct” casting, surface relief, finishing galting, jewellery design, dynamics of relief height reduction, surface roughness, jewellery alloys

For citation: Silyanov A. O., Galanin S. I. Peculiarities of surface relief design cast jewellery taking into account finishing galting. *Technologies & Quality*. 2026. No 1(71). P. 58–62. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-58-62>.

Литье по выплавляемым моделям (ЛВМ), а также его современная разновидность «прямое» литье (ПЛ) являются одними из самых распространенных технологий изготовления ювелирных украшений из драгоценных металлов и сплавов [1–3]. Технологические возмож-

ности ПЛ позволяют формировать на поверхности отливок фактуры и рельефы необходимой формы и размера (рис. 1), что значительно упрощает процесс изготовления, а иногда и полностью исключает необходимость использования других операций фактурирования [4–8].



Рис. 1. Кольца с ярко выраженным рельефом поверхности (из открытых источников)

Однако все отливки будущих изделий в обязательном порядке проходят финишные операции шлифования и полирования поверхности. При использовании современных технологических цепочек изготовления украшений такой операцией является галтование с использованием абразивного наполнителя с различным размером зерен [2]. При этом на операции галтования вместе с полировкой поверхности происходит сглаживание сформированной при литье фактуры и рельефа. Динамика процесса сглаживания в значительной степени зависит от продолжительности галтования, размеров абразива, а также материала, из которого отлиты заготовки. В настоящей статье предпринята попытка систематизировать данные о процессе сглаживания фактур на поверхности ряда наиболее распространенных драгоценных сплавов при различных условиях галтования и выработать рекомендации по проектированию размера таких фактур с учетом финишной обработки.

Методика проведения эксперимента

Исследовались образцы из следующих сплавов: красное золото ЗлСрМ 585-80, белое золото ЗлНЦМ 585-12,5-4, лимонное (желтое) золото ЗлСрМ 585-300, серебро СрМ925 с применением лигатур фирмы *Progold*.

Образцы выращивались на 3D-принтере *Flash Forge Wax Jet-510* в виде плоских пластин размером 22×22 мм с толщиной основания 1,0 мм и с фигурными регулярными выступами в виде трех групп четырехугольных пирамид и кубиков размером в основании 2,0; 1,0; 0,5 мм. Высота выступов 2,0; 1,0; 0,5 мм, расстояние между выступами равно их высоте (рис. 2).

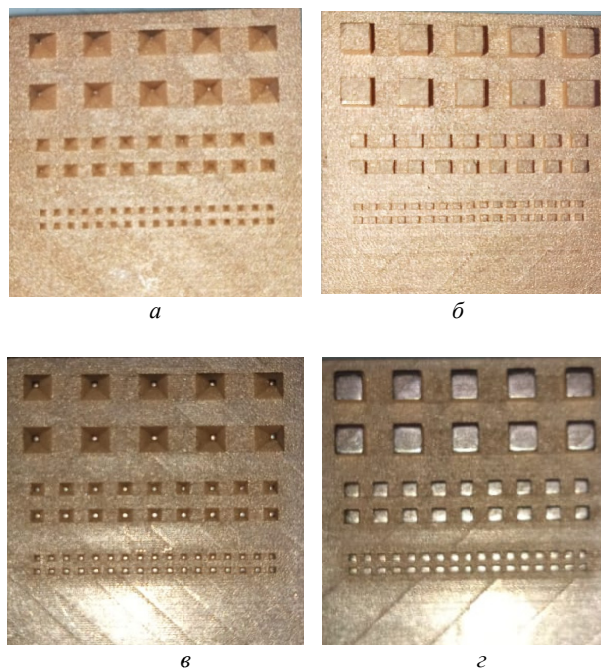


Рис. 2. Внешний вид образцов до (а, б) и после обработки (в, г)

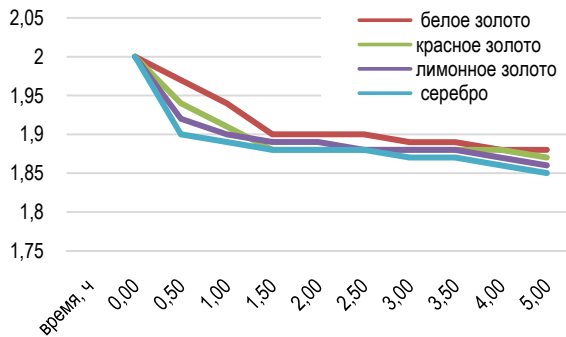
Также предусмотрено свободное поле без выступов для определения эффективности полирования в галтовочной машине плоских участков.

Высота выступов измерялась с помощью штанген-циркуля через равные промежутки времени обработки в 30 мин. Также визуально определялся результат галтования. Обработка проводилась на мокрой роторной галтовке *OTEC CF 1×18 B Element WET* при скорости вращения ротора 240 об/мин с использованием компаунда *SC5K20* (рис. 3, а).

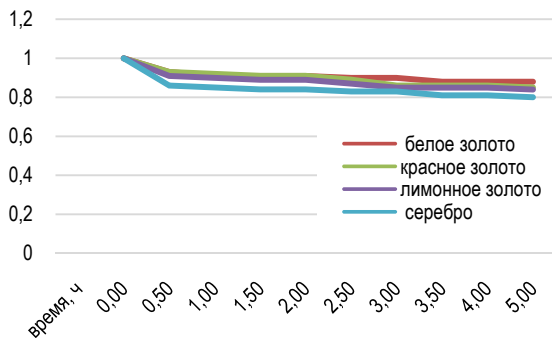


Рис. 3. Внешний вид роторной галтовочной машины (а) и пластикового наполнителя для галтовки *OTEC KM10 V2095* средней абразивности (б)

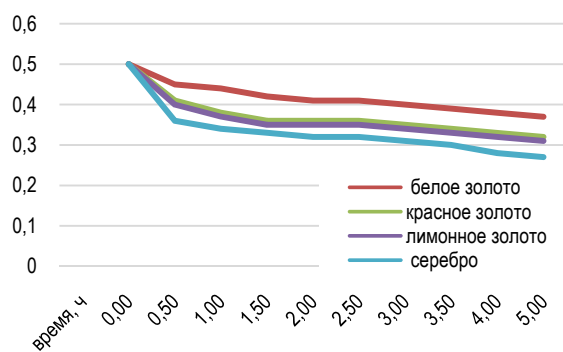
В качестве абразива использовались: пластиковый наполнитель для галтовки *OTEC KM10 V2095* в виде конусов размером 10×10 мм средней абразивности ментолового цвета (см. рис. 3, б) и высокой абразивности красного цвета. Продолжительность обработки составила 5 ч.



а



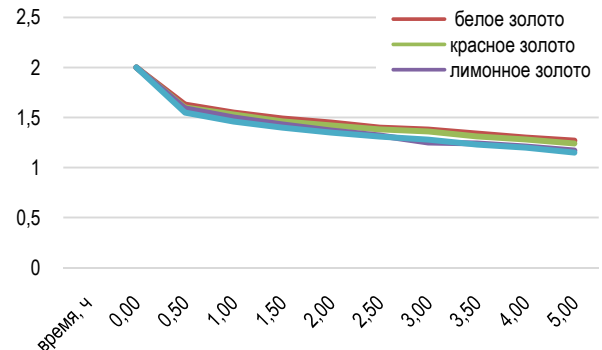
б



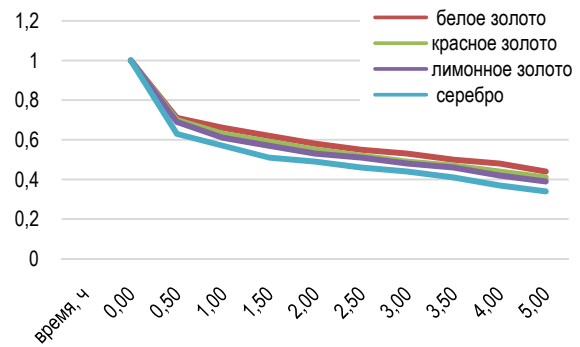
в

Рис. 4. Изменение высоты рельефа поверхности различных сплавов в виде куба в зависимости от продолжительности галтования в наполнителе красного цвета высокой абразивности при различной исходной высоте куба: а – 2,0 мм; б – 1,0 мм; в – 0,5 мм

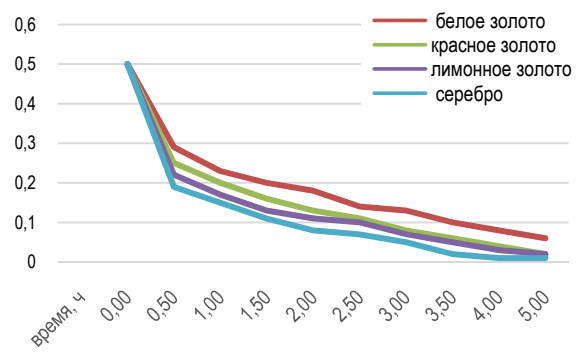
Результаты эксперимента и их обсуждение. Зависимости изменения высоты рельефа поверхности на образцах из различных сплавов представлены на рисунках 4, 5.



а



б



в

Рис. 5. Изменение высоты рельефа поверхности различных сплавов в виде пирамиды в зависимости от продолжительности галтования в наполнителе красного цвета высокой абразивности при различной исходной высоте пирамиды: а – 2,0 мм; б – 1,0 мм; в – 0,5 мм

На основании анализа зависимостей можно сделать следующие выводы.

1. Для всех материалов исходная шероховатость поверхности составляет $Rz = 3,2...6,3$ мкм, и на свободном поле она сглаживается значительно быстрее выступов – через 3...4 ч обработки (в зависимости от твердости сплава) шероховатость снижается до $Rz = 0,025...0,05$ мкм, и участки поверхности образцов приобретают полуматовый блеск.

2. Для всех исследованных сплавов скорость снижения высоты пирамид выше, чем скорость снижения высоты кубиков, что особенно явно прослеживается в первоначальный период обработки. Этот ожидаемый факт объясняется меньшей эффективной площадью сечения вершины пирамиды по сравнению с кубиком и возрастанием этой площади по мере удаления вершин пирамид.

3. Твердость исследованных сплавов снижается, а склонность к увеличению удаления металла с выступов при галтовании возрастает в следующем ряду: белое золото, красное золото, лимонное (желтое) золото, серебро. Твердость сплава золота 585-й пробы варьируется от 125 HV до 165 HV в зависимости от состава лигатуры.

4. Уменьшение величины выступов составляет для разных сплавов:

- белое золото: 0,11...0,62 мм для ментолового наполнителя, 0,12...0,73 мм для красного наполнителя;
- красное золото: 0,12...0,65 мм для ментолового наполнителя, 0,13...0,76 мм для красного наполнителя;
- лимонное (желтое) золото: 0,14...0,66 мм для ментолового наполнителя, 0,14...0,83 мм для красного наполнителя;

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
2. Галанин С. И., Арнольди Н. М., Зезин Р. Б. Технология ювелирного производства / под общ. ред. Ю. А. Василенко. М. : СПМ-Индустрия, 2017. 511 с.
3. Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43.
4. Галанин С. И. Декорирование поверхности ювелирных изделий // Труды Академии технической эстетики и дизайна. 2018. № 2. С. 5–6.
5. Галанин С. И., Шорохов С. А. Декоративная электрохимическая обработка поверхности металлов и сплавов : монография. Кострома : Костромской государственной технологический университет, 2015. 151 с.
6. Галанин С. И., Висковатый И. С. Декоративное электрохимическое фактурирование поверхности серебра 925 пробы // GAUDEAMUS IGITUR. 2015. № 1. С. 11–13.

– серебро: 0,15...0,71 мм для ментолового наполнителя, 0,15...0,85 мм для красного наполнителя.

Чем более острая фактура (рельеф), тем быстрее она споллировывается до средних значений. Мелкая фактура споллировывается полностью.

5. Съем металла с образцов в процессе галтования незначителен и составляет величину порядка 0,1 % за час обработки. Столь незначительные величины объясняются спецификой механического абразивного полирования, когда металл с выступов не удаляется безвозвратно с поверхности, а как бы «размазывается» по ней и «закатывается» во впадины.

Особенности проектирования рельефа на литых изделиях. Эксперимент показал, что высоты рельефа поверхности в результате финишных галтовочных операций претерпевают значительные изменения. Поэтому при проектировании 3D-моделей высоты рельефа должны увеличиваться на указанные значения с учетом материала, из которого будут они в дальнейшем отливаться. При этом необходимо учитывать и форму рельефа – чем острее форма, тем на большую величину необходимо корректировать ее величину.

ВЫВОДЫ

В результате эксперимента определены величины уменьшения высоты рельефа поверхности отливок из различных ювелирных сплавов в результате финишных галтовочных операций. Даны рекомендации по корректированию высот рельефа при проектировании 3D-моделей, позволяющие сохранить задуманный дизайн ювелирных изделий на этапе изготовления.

7. Сильянов А. О., Сильянова Е. А., Галанин С. И. Создание фактур на поверхности ювелирных изделий с помощью литья по выплавляемым моделям // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Кострома, 26–28 марта 2025 г.) / сост. и отв. ред. Т. В. Лебедева. Кострома : Костромской государственной университет, 2025. С. 349–351.
8. Галанин С. И., Трошина О. А. Рельеф, фактура и текстура в дизайне ювелирных изделий // Дизайн и технологии. 2020. № 7(119). С. 14–21.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM. (In Russ.)
2. 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.)
3. Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” castings. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;2(64):38–43. (In Russ.)
4. 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.)
5. Galanin S. I., Shorokhov S. A. Decorative electrochemical treatment of metals and alloys. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2015. 151 p. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Viskovaty I. S. Decorative electrochemical surface texturing of sterling silver. *GAUDEAMUS IGITUR*. 2015;1:11–13. (In Russ.)
7. Silyanov A. O., Silyanova E. A., Galanin S. I. Creating textures on the surface of jewelry using investment casting. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij* [Scientific research and development in the field of design and technology]. Kostroma : Kostroma St. Univ. Publ., 2025. P. 349–351. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Troshina O. A. Relief, facture and texture in jewelry design. *Dizajn i texnologii* [Design and Technology]. 2020;7(119):14–21. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 30.09.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. О. Сильянов, аспирант

С. И. Галанин, доктор технических наук, профессор

Научная статья
УДК 658.512.23; 745.5
EDN LYMIRB
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-63-68>

Артём Алексеевич Романов

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия
romanovart777@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3744-3740>

ДИЗАЙН И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ УКРАШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

Аннотация. Рассмотрены дизайн, конструкция и технология изготовления ювелирных украшений и бижутерии с использованием нетрадиционных материалов, элементов и покрытий. Проведена систематизация технологий по группам: формообразующие, обрабатывающие, декорирующие, сборочные и соединительные технологии (операции) или соединения деталей по их содержанию. Также показано, что все элементы украшений подразделяются на конструкционные, декоративные и соединительные. Разработан алгоритм проектирования технологического процесса изготовления украшения. Показано его применение на конкретных примерах. Проведенный анализ дизайна, конструкции и технологии изготовления украшений с использованием нетрадиционных материалов, элементов и покрытий показал их большое разнообразие.

Ключевые слова: ювелирные украшения, бижутерия, нетрадиционные материалы и элементы, нетрадиционные покрытия, дизайн, конструкция украшений, технология изготовления украшений

Для цитирования: Романов А. А. Дизайн и проектирование технологического процесса изготовления украшений с использованием нетрадиционных материалов и покрытий // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 63–68. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-63-68>.

Original article

Artem A. Romanov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

DESIGN AND PROCESS DESIGN OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF MANUFACTURING OF JEWELLERY AND COSTUME JEWELLERY WITH THE USE OF NON-TRADITIONAL MATERIALS AND COATINGS

Abstract. The design, construction and technology of manufacturing of jewelry and bijouterie with the use of non-traditional materials, elements and coatings are considered. The systematization of technologies by groups is carried out: forming, processing, decorating, assembling and connecting technologies (operations) or connections of parts by their content. It is also shown that all elements of jewelry are divided into structural, decorative, and connecting elements. An algorithm for designing the technological process of making jewelry has been developed. Its application is shown using specific examples. The analysis of the design, construction, and technology of making jewelry using non-traditional materials, elements, and coatings has revealed a wide variety of options.

Keywords: jewelry, bijouterie, non-traditional materials and elements, non-traditional coatings, design, jewelry construction, jewelry manufacturing technology

For citation: Romanov A. A. Design and process design of the technological process of manufacturing of jewellery and costume jewellery with the use of non-traditional materials and coatings. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 63–68. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-63-68>.

В последние годы при изготовлении ювелирных украшений и бижутерии стали широко использоваться нетрадиционные материалы, по-

крытия и элементы. Во многом это определяется стремлением ювелирных брендов и торговых марок постоянно подогревать интерес к новым изделиям, а также вовлечением в круг изготовителей большого количества непрофессионалов,

у которых ограничен доступ к традиционным дорогостоящим ювелирным материалам и промышленным ювелирным технологиям [1–8].

Процесс проектирования технологического процесса изготовления таких украшений является весьма сложной технической задачей в связи с многообразием нестандартных материалов и элементов и, соответственно, большим количеством технологий их формообразования, соединения и сборки, обработки и декорирования. При этом дизайн, используемые материалы и технология изготовления украшений очень тесно связаны между собой, во многом определяя друг друга [1, 9].

Технологии изготовления украшений с использованием определенных нетрадиционных материалов посвящено большое количество публикаций, например [10, 11]. Однако попытка комплексного анализа связи свойств нетрадиционных материалов с проектированием технологии изготовления украшений с их использованием впервые проведена в работе [9]. В данной статье представлен более глубокий анализ связи дизайна, конструкции и проектирования технологического процесса изготовления таких украшений.

Анализ технологий, конструкции и материалов украшений. К *формирующим* технологиям отнесем те, которые позволяют придать материалам или элементам конечную форму, они определяются составом и свойствами материала, базовыми технологиями его получения. Например, для металлов это литье, штампование, гальванопластика, фрезерование, SLM-спекание из порошков, лазерная, электроэрозионная и электрохимическая обработка и ряд других. Для пластмасс – литье, прессование, экструзия, фрезерование и ряд других. Для стекла – выдувание, прессование, спекание (фьюзинг), лэмпворк (горячее формование) и ряд других. При использовании вторичного сырья, например, пластиковых бутылок, шин и крышек, это может быть разрезание на заготовки необходимых форм и размеров, скручивание бумаги и картона в рулоны, дифование металлических крышек от бутылок и многое другое.

Как правило, при использовании формирующих технологий получают детали или заготовка будущего изделия, которые могут подвергаться дальнейшей обработке, декорированию и сборке в единое украшение.

К *обрабатывающим* технологиям можно отнести операции по закреплению формы, например, пропитку древесины, склеивание скрученных в цилиндры листовых материалов; заполнение пор и трещин в камнях, не приводя-

щее к изменению формы и внешнего вида; закрепление формы тонких и легкодеформируемых материалов эпоксидными смолами; операции по удалению литников, облоя, запаивания литейных поверхностных пор и ряд других.

К *декорирующим* – формирование фактуры и рельефа поверхности любым способом (механическим, химическим, электрохимическим, лазерным, электроэрозионным, тепловым); операции шлифования, полирования и глянцеования поверхности; нанесение и формирование металлических или конверсионных покрытий любым способом; нанесение нанокерамических покрытий и покрытий горячими эмалями; окрашивание пропиткой с изменением цвета поверхности; нанесение полимерных лакокрасочных покрытий; горячее и холодное эмалирование.

Сборочные и соединительные технологии (операции) или соединения деталей классифицируются по нескольким признакам:

- 1) *по возможности разборки*:
 - разъемные (соединения, которые могут быть разобраны без разрушения соединяемых деталей);
 - неразъемные (соединения, разборка которых ведет к разрушению либо самих деталей, либо соединительных элементов);
- 2) *по способу соединения и заправки*:
 - механические (используют механические элементы (болты, винты, штифты, заклепки, соединительные шнуры и нити и т.д.));
 - сварные (соединение сваркой);
 - клееные (соединение с использованием клеевых композиций);
 - паяные (соединение с использованием припоя);
- 3) *по типу взаимодействия*:
 - геометрические (основанные на форме сопрягаемых поверхностей (клиновые, шлицевые, шпоночные));
 - фрикционные (использующие силы трения для передачи нагрузки (резьбовые, зажимные, например касты));
 - магнитные (использующие силы притяжения постоянного магнитного поля (чаще всего используются неодимовые магниты)).

Последовательность операций технологического процесса определяется дизайном изделия, его конструкцией, используемыми материалами.

Необходимо определить различие между материалом и элементом. *Материал* в обязательном порядке претерпевает переработку в элементы конструкции – это, к примеру, может быть металл, пластмасса, древесина (кроме дрейфтуда), стекло, предметы, претерпевающие

дальнейшее расчленение на части (косточки растений, скорлупа орехов, велосипедные камеры, использованные пластиковые бутылки) и др. *Элемент* – это готовый фрагмент или деталь будущего украшения, который может претерпевать только обработку, декорирование и сборку.

Конструкционные материалы – это материалы, из которых изготавливаются основные элементы и детали украшений, воспринимающих силовую нагрузку.

Все элементы украшений подразделяются на *конструкционные, декоративные и соединительные*. Например, если рассматривать золотое кольцо с бриллиантом, то шинка кольца – конструкционный элемент, бриллиант – декоративный, а элементы каста – соединительные. Очень часто в украшениях сложного и продвинутого дизайна элементы могут выполнять несколько функций, поэтому отнесение их к определенному виду весьма условно.

Алгоритм проектирования технологического процесса изготовления украшения. В первом приближении алгоритм проектирования технологического процесса изготовления изделия состоит из следующих этапов:

- 1) анализ конструкции на основе чертежей, эскизов, рендера; разбивка при необходимости на конструктивные, декоративные и соединительные элементы;
- 2) анализ и выбор конструкционных материалов, из которых будет изготовлено изделие или его части (элементы);
- 3) анализ и выбор возможных операций формообразования изделия или его частей;
- 4) анализ и выбор необходимых операций обработки и декорирования частей изделия;
- 5) анализ и выбор операций сборки изделия;
- 6) анализ и выбор операций декорирования собранного изделия.

Рассмотрим проектирование техпроцесса на конкретных изделиях. Предложенные ниже технологические процессы изготовления являются приблизительными, так как в производственных условиях серийного, или единичного изготовления возможны особые, отличающиеся от общепринятых, технологические приемы, являющиеся *know-how* конкретного производителя.

Первое изделие – кольцо из титана (рис. 1).

1. *Анализ конструкции.* Кольцо выполнено из цельного куска титана. В декоративных углублениях на внешней стороне кольца поверхность окрашена в голубой цвет.

2. *Анализ материалов.* Кольцо рекомендуется изготавливать из сплава ВТ-20. Материал хорошо подвергается механической обработке и цветному анодированию. Возможно изготов-

ление заготовки методом спекания из порошков (SLM-технология). Этот материал тверже, чем ВТ-1-0.

3. *Анализ и выбор возможных операций формообразования изделия.* Выбираем механическое формообразование на фрезерном четырехкоординатном станке, так как SLM-технология предпочтительнее для чистых металлов.

4. *Анализ и выбор необходимых операций обработки и декорирования частей изделия.* Так как изделие цельное, то не требуется операция сборки.

После формообразования необходимо шлифование и полирование поверхности изделия в турбогалтовочных машинах (при серийном изготовлении) или на шлифовально-полировальном станке (при единичном изготовлении).

Далее проводится электрохимическое анодирование с целью формирования конверсионного покрытия необходимой окраски на поверхности декоративных углублений (анодирование проводится в электролите 20% NaHCO_3 при продолжительности обработки 10 мин при напряжении 20 В [12]) с предварительным нанесением защитного покрытия на необрабатываемую поверхность. После анодирования производится удаление защитного покрытия и очистка поверхности.

Второе изделие – браслет (рис. 2).

1. *Анализ конструкции.* Заготовка кольца может быть выполнена цельной или из трех частей, которые затем свариваются или спаиваются.

2. *Анализ материалов.* Основа кольца выполнена из золота 14К (585 пробы) желтого (европейского) цвета. Древесина платана обладает цветом от серого до красновато-бурого, красивой текстурой, схожей со змеиной кожей, и высоким блеском. Солома отличается широкой гаммой оттенков от желтого до зеленого.

3. *Анализ и выбор возможных операций формообразования изделия.* Заготовка кольца выполнена цельной «прямым» литьем по выплавляемым моделям [14]. Центральный камень закреплен крапановой закрепкой, бриллианты – корнеровой закрепкой [15]. Маркетри выполнено по специальной технологии, при которой создается узор из отдельных элементов шпона различных пород дерева или других материалов, которые затем наклеиваются на поверхность как мозаика.

4. *Анализ и выбор необходимых операций обработки и декорирования частей изделия или изделия в целом.* После литья и операций монтажа (удаления литников, шлифования) производится полирование поверхности изделия

в турбогалтовочных машинах (при серийном изготовлении) или на шлифовально-полировальном станке (при единичном изготовлении).

Далее следует корнеровая закрепка всех бриллиантов вручную. Она должна проводиться перед инкрустацией во избежание случайного повреждения инкрустированных элементов при закрежке камней.

Следующая операция – инкрустация и нанесение защитного слоя на инкрустируемые элементы.

Далее следует крапановая закрепка центрального камня.

Заключительная операция – финишная подполировка на необходимых участках поверхности.

Третье изделие – ожерелье (рис. 3).

1. *Анализ конструкции и материалов.* Ожерелье состоит из скрепленных между собой в верхней части полос, нарезанных из старых велосипедных шин, разного размера и длины.

2. *Анализ и выбор возможных операций формообразования и сборки изделия.* Непрямая (закрученная) форма полос формируется за счет нарезания шин в определенном направлении. Соединение деталей в единое изделие производится склеиванием, сшивкой или с помощью скоб.

3. *Анализ и выбор необходимых операций обработки и декорирования частей изделия или изделия в целом.* Обработка и декорирование ни частей, ни изделия в целом не требуется.

Четвертое изделие – кольцо (рис. 4).

1. *Анализ конструкции и материалов.* Шинка кольца и основа декоративного элемента выполнены из мельхиора или нейзильбера. Части старых часов заливаются эпоксидной смолой.

2. *Анализ и выбор возможных операций формообразования и сборки изделия.* Так как изделие выполняется в единичном экземпляре, то шинка и основа кольца выполняются вручную по общепринятым ювелирным технологиям. Далее части старых часов закрепляются на основании при помощи точечной сварки. Затем производится заливка эпоксидной смолой на высоту, превосходящую высоту установленных элементов. Для этого по периметру основания выстраивается легко удаляемый буртик.

3. *Анализ и выбор необходимых операций обработки и декорирования частей изделия или изделия в целом.* После затвердевания эпоксидной смолы и удаления буртика производится придание необходимой формы, шлифование и полирование застывшей поверхности при использовании шлифовально-полировального инструмента. Также производится очистка, шлифование и полирование металлической основы кольца.

ВЫВОД

Проведенный анализ дизайна, конструкции и технологии изготовления украшений с использованием нетрадиционных материалов и элементов показал очень большое их разнообразие. При этом много украшений с такими материалами и элементами изготавливаются кустарным способом без использования ювелирных технологий. Если же в украшении не используются драгоценные материалы, то, даже несмотря на применение ювелирных технологий при его изготовлении, оно по российскому законодательству не может быть отнесено к ювелирным. Такие украшения благодаря таланту их авторов расширяют дизайн многообразной bijouterie.



Рис. 1. Кольцо из титана (из открытых источников)



Рис. 2. Браслет Piaget Green Aurora, маркетри из мельчайших кусочков соломки и платана, желтое золото, бриллианты и 14-каратный турмалин [13]



Рис. 3. Ожерелье из старых велосипедных шин от американского художника Эи эко-дизайнера Кэтлин Новак Туччи



Рис. 4. Кольцо в стиле стимпанк из частей старых часов от литовской художницы Нестре

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
2. Галанин С. И., Романов А. А. Украшения с нетрадиционными и нестандартными материалами: стоимость и дизайн // Дизайн и технологии. 2023. № 98(140). С. 6–14.
3. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные и нестандартные материалы в ювелирных украшениях: история и современность // Технологии и качество. 2024. № 1(63). С. 45–51.
4. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные металлы и сплавы в ювелирных изделиях // Технология художественной обработки материалов : материалы XXVI Всерос. науч.-практ. конф. Ростов н/Д, 2024. С. 45–49.
5. Галанин С. И., Романов А. А. Традиционные и нетрадиционные декоративные покрытия ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2024. № 3(65). С. 53–59.
6. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Титан в ювелирных украшениях и бижутерии // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 59–64.
7. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные декоративные гальванические металлические покрытия ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2025. № 1(67). С. 59–64.
8. Галанин С. И., Романов А. А. Нетрадиционные декоративные неметаллические покрытия ювелирных изделий и бижутерии // Технологии и качество. 2025. № 4(70). С. 59–65.
9. Галанин С. И., Романов А. А. Дизайн и технологии изготовления украшений с нетрадиционными и нестандартными материалами // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 43–48.
10. Королева Л. А., Подшивалова А. В. Разработка способа изготовления украшения с микровышивкой с высокими эстетическими и эксплуатационными характеристиками // Территория новых возможностей. Вестник ВГУЭС. 2021. № 4. С. 177–178.
11. Каукина О. В., Аверьянова Т. А., Казачкова О. А. Разработка дизайна и технологии изготовления ювелирного украшения с использованием нетрадиционного материала // Дизайн и технологии. 2021. № 83–84(125–126). С. 13–19.
12. 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.
13. Неделя высокой ювелирной моды // INTERIOR + DESIGN : офиц. сайт. URL: <https://www.interior.ru/design/5539-nedelya-vysokoj-yuvelirnoj-mody.html> (дата обращения: 09.10.2025).
14. Галанин С. И., Сильянов А. О. От литья в технике «утраченного воска» к «прямому» литью: технология и дизайн // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 65–69.
15. Галанин С. И., Трошина О. А. Закрепка ювелирных камней и вставок : учеб. пособие. Кострома : Костромской государственной университет, 2019. 67 с.

REFERENCES

1. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. 173 p. 1 CD-ROM. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Romanov A. A. Jewelry with non-traditional and non-standard materials: cost and design. *Dizain i tehnologii* [Design and Technology]. 2023;98(140):6–14. (In Russ.)
3. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional and non-standard materials in jewellery: history and modernity. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;1(63):45–51. (In Russ.)
4. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional metals and alloys in jewelry. *Tekhnologiya hudozhestvennoj obrabotki materialov* [Technology of artistic processing of materials]. Materials of the XXVI All-Russian Scientific and Practical Conference. Rostov-on-Don, 2024. P. 45–49. (In Russ.)
5. Galanin S. I., Romanov A. A. Traditional and non-traditional decorative coat-ings of jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;3(65):P. 53–59. (In Russ.)
6. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Titanium in jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):59–64. (In Russ.)
7. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional decorative electroplating metal coatings for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;1(67):59–64. (In Russ.)
8. Galanin S. I., Romanov A. A. Non-traditional decorative non-metallic coatings for jewellery and costume jewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;4(70):59–65. (In Russ.)

9. Galanin S. I., Romanov A. A. Design and manufacturing techniques of jewellery, decorations and costume jewellery with non-traditional and non-standard materials. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;2(68):43–48. (In Russ.)
10. Koroleva L. A., Podshivalova A. V. Development of a method for making a micro-embroidered decoration with high aesthetic and operational characteristics. *Territoriya novyh vozmozhnostej. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa* [The territory of new opportunities. The herald of Vladivostok State University]. 2021;4:177–178. (In Russ.)
11. Kaukina O. V., Averyanova T. A., Kazachkova O. A. Development of design and technology for manufacturing jewelry using non-traditional material. *Dizajn i tekhnologii* [Design and Technology]. 2021;83–84(125–126):13–19. (In Russ.)
12. Galanin S. I., Lebedeva T. V., Yusupov Dm. M., Yusupov D. M. Decorative anodising of titanium surface. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;4(62):24–30. (In Russ.)
13. High Jewelry Fashion Week. URL: <https://www.interior.ru/design/5539-nedelya-vysokoj-yuvelirnoj-mody.html> (accessed 09.10.2025). (In Russ.)
14. Galanin S. I., Silyanov A. O. From “lost wax” casting to “direct” casting: technology and design. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;2(68):65–69. (In Russ.)
15. Galanin S. I., Troshina O. A. Fixing of Jewelry Stones and Inserts: A Study Guide. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2019. 67 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.10.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. А. Романов, аспирант

Научная статья
УДК 739.52; 672; 673.1
EDN XYUBMF

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-69-75>

Денис Михайлович Цветков

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия
denis.tsvetkov@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-1223-2596>

МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ ДИЗАЙНЕРСКИХ РЕШЕНИЙ

Аннотация. Представлен систематизированный обзор современных методов лазерной обработки металлов, ориентированных на решение дизайнерских задач. Рассмотрены физические основы, технологические параметры, формируемые визуально-тактильные эффекты шести ключевых методов: лазерного отжига, травления, гравировки, абляционной обработки, полировки (переплава) и темной маркировки. Особое внимание уделено созданию цветowych и фактурных решений для кастомизации продукции. На основе сравнительного анализа сформированы практические рекомендации по выбору технологии в зависимости от декоративного эффекта, типа материала и области применения. Показано, что лазерные технологии представляют собой экологически чистый и высокоэффективный инструмент для реализации художественных решений в промышленном дизайне, ювелирном искусстве и производстве премиальной фурнитуры.

Ключевые слова: лазерная обработка, дизайн поверхности, цветовая маркировка, лазерный отжиг, лазерная гравировка, кастомизация, декоративные покрытия, металлы

Для цитирования: Цветков Д. М. Методы лазерной обработки поверхности металлов для дизайнерских решений // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 69–75. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-69-75>.

Original article

Denis M. Tsvetkov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

METHODS OF LASER SURFACE PROCESSING OF METALS FOR DESIGN SOLUTIONS

Abstract. The article presents a systematic review of modern methods of laser processing of metals for design applications. The physical principles, technological parameters, and resulting visual-tactile effects of six key methods are considered – laser annealing, etching, engraving, ablative processing, polishing (remelting), and dark marking. Particular attention is paid to the creation of colour and textural solutions for product customisation. Based on a comparative analysis, practical recommendations are provided for selecting a technology depending on the decorative effect, material type, and application area. Laser technologies are shown to be an environmentally friendly and highly effective tool for implementing artistic solutions in industrial design, jewellery art, and premium hardware manufacturing.

Keywords: laser processing, surface design, colour marking, laser annealing, laser engraving, customisation, decorative coatings, metals

For citation: Tsvetkov D. M. Methods of laser surface processing of metals for design solutions. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 69–75. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-69-75>.

Современное развитие лазерных технологий принципиально изменило подходы к обработке металлических поверхностей [1]. Экспериментальные исследования подтверждают выраженную зависимость декоративных характеристик поверхности от параметров обработки,

таких как мощность излучения, скорость сканирования луча и разрешение [2]. Лазерное оборудование применяется не только для резки и сварки, но и для тонкого структурирования – микрообработки, обеспечивающей управление состоянием поверхности на уровне микронных и субмикронных структур [3].

© Цветков Д. М., 2026

Современные системы ЧПУ обеспечивают точное регулирование мощности, частоты импульсов, скорости и разрешения сканирования, создавая декоративные и художественные эффекты без применения красителей или химического травления [4, 5]. Это открывает перспективные направления использования лазеров в дизайне изделий, ювелирном искусстве, сувенирном производстве и создании премиальной фурнитуры. Особую актуальность эти технологии получают в условиях растущего спроса на кастомизацию продукции [5]. Современные потребители все чаще ориентированы на уникальные визуальные решения, отражающие индивидуальность стиль или корпоративную идентичность [4, 5].

Гибкость цифрового управления лазерным оборудованием позволяет адаптировать узоры, надписи, текстуры и цветовые решения под требования заказчика без переналадки технологического процесса, что соответствует принципам современного дизайна [5].

Существенным преимуществом является экологическая составляющая. В отличие от традиционных методов декоративной обработки

(химическая обработка, электрохимическая анодная обработка, анодные конверсионные покрытия, катодные покрытия, химическое травление), лазерное воздействие не требует применения вредных химических реагентов и не образует токсичных отходов [6]. Таким образом, лазерная микрообработка соответствует принципам устойчивого дизайна (sustainable design), отдавая приоритет чистым и энергоэффективным технологиям.

В обзоре систематизированы современные методы лазерной обработки металлов (рис. 1), применяемые для формирования визуальных и тактильных эффектов [3, 4, 6, 7]. Проанализированы физические основы процессов, технологические параметры, а также возможности и ограничения основных методов – лазерного отжига, травления, гравировки, абляционной и темной маркировки, а также лазерной полировки (переплава) как финишной операции. Приведены примеры применения технологий в дизайне изделий и рекомендации по выбору метода в зависимости от требуемого эффекта и характеристик материала.

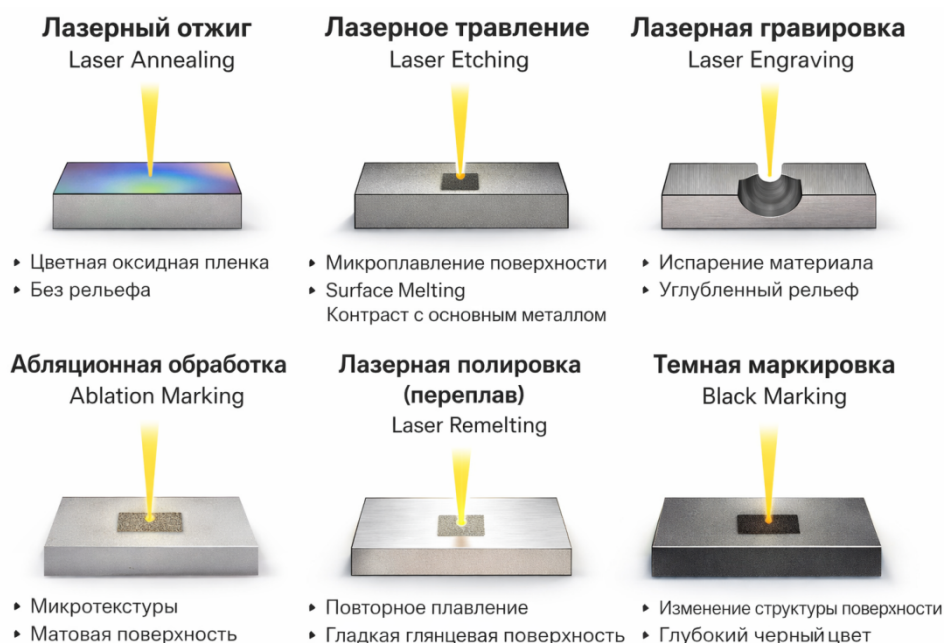


Рис. 1. Основные виды лазерной обработки и их особенности

1. Лазерный отжиг. В основе лазерного отжига лежит локальный нагрев поверхности металла без удаления материала. На поверхности формируется тонкая оксидная пленка, толщина и состав которой определяются температурой нагрева, продолжительностью воздействия и составом сплава. Визуально это проявляется цветовыми переходами – от желтых и синих до фиолетовых и черных оттенков, обу-

словленных интерференцией света в оксидной пленке (рис. 2) [4, 8].

Критически важным параметром выступает диаметр лазерного луча и распределение энергии в нем, непосредственно влияющие на геометрию и однородность цветового пятна [3]. Для получения равномерного цвета необходим стабильный тепловой режим. Обычно применяются импульсные волоконные лазеры мощно-

стью 10...30 Вт с частотой 20...100 кГц и скоростью сканирования 100...900 мм/с. При мощности 5...10 Вт получаются светлые оттенки, при 20...30 Вт – насыщенные.



Рис. 2. Лазерный отжиг

Разрешение варьируется от 20 до 1000 линий/мм. При низком разрешении (20...60 линий/мм) формируются полосатые или текстурированные зоны с интерференционным цветом, при высоком (250...1000 линий/мм) – равномерное сплошное цветовое поле. Необходимо выбирать интервал между точками воздействия, минимизирующий взаимное термическое влияние импульсов и предотвращающий смазывание цветовой картины [3]. Подобное варьирование характера окрашивания служит эффективным художественным приемом в дизайне [4].

Наиболее впечатляющие результаты достигаются на нержавеющей стали, титане и ниобии. Цветовые характеристики конечного изображения определяются параметрами оксидных пленок – их толщиной, фазовым и химическим составом, зависящими как от химического состава сплава, так и от температурно-временных режимов лазерного комплекса [9]. Сформированные методом лазерного отжига покрытия демонстрируют устойчивость к истиранию и воздействию химически нейтральных сред, что определяет их перспективность для декоративных и функциональных применений – от ювелирных украшений и бижутерии до маркировки медицинских инструментов [4, 5, 8].

2. Лазерное травление. Лазерное травление характеризуется большей интенсивностью воздействия по сравнению с отжигом, сопровождаясь частичным испарением и микроплавлением поверхности. Это приводит к образованию зон с измененной микроструктурой и цветом, контрастирующих с основным металлом. Цветовой эффект возникает благодаря сочетанию оксидообразования, изменения шероховатости и диффузного отражения (рис. 3) [1, 3].

Метод применяется для получения устойчивых темных оттенков и полутонов без значительного изменения рельефа. В отличие от гравировки, травление сохраняет относительно гладкую поверхность и подходит для формирования тонких рисунков и надписей, требующих визуального контраста без объемного рельефа.

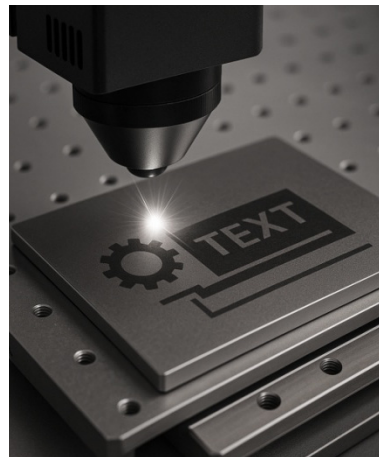


Рис. 3. Лазерное травление

Типичные параметры процесса: мощность 15...45 Вт, частота 20...100 кГц, скорость 100...800 мм/с. При этом установлено, что на средних скоростях (200...300 мм/с) формируется наиболее равномерный темный оттенок, обеспечивающий максимальную четкость рисунка [2]. Экспериментальные исследования на стали AISI 304 выявили V-образную зависимость локального цвета от скорости сканирования. На средних скоростях (200...300 мм/с) формируется наиболее равномерный темный оттенок, обеспечивающий максимальную четкость рисунка, в то время как при низких и высоких скоростях наблюдаются вариации яркости [2]. Увеличение мощности и снижение скорости усиливают контраст и потемнение оттенка. Наиболее стабильные результаты достигаются при обработке нержавеющей стали, титана и алюминиевых сплавов [1, 7].

3. Лазерная гравировка. Лазерная гравировка предполагает удаление части материала посредством плавления и испарения. Процесс сопровождается формированием рельефа различной глубины, создающим визуальный контраст благодаря теням и диффузному отражению света. Как и при маркировке, технология основана на построчном нанесении точек-пикселей на полной мощности лазера, формирующих рельефную поверхность с измененными свойствами [3]. Глубина гравировки может составлять от нескольких микрометров до десятых долей миллиметра в зависимости от мощности лазера и продолжительности воздействия [1, 5, 8].

Систематические исследования подтверждают статистически значимое влияние мощности лазера и количества проходов на шероховатость и ширину гравировки. Увеличение мощности с 30 до 60 Вт и числа проходов с 5 до 15 приводит к росту шероховатости с 13,8 до 16,8 мкм и ширины гравировки с 35 до 51 мкм [7].

Технология востребована для нанесения текстовых и графических изображений, создания декоративных орнаментов и фактур. Комбинация гравировки с другими методами, например с локальным отжигом, позволяет получать сложные эффекты, такие как цветной рельеф, значительно расширяя палитру дизайнера [4, 5].

Для высокодетализированных изображений применяются импульсные волоконные лазеры мощностью 10...30 Вт с частотой 20...200 кГц и скоростью 50...500 мм/с. Разрешение сканирования составляет 100...1000 линий/мм. Нержавеющая сталь обеспечивает четкие границы рисунка, алюминий – высокий контраст, а драгоценные металлы позволяют создавать изящные персонализированные изделия [1, 5, 8].

4. Абляционная обработка. Абляция представляет процесс удаления материала путем мгновенного испарения под воздействием импульсов высокой плотности энергии. Зона нагрева при этом минимальна, а термическое влияние на окружающие участки незначительно. Метод применяется для формирования тонких линий, микротекстур и рельефов с высокой точностью [1, 7].

Визуальный эффект абляции связан не только с рельефом, но и с изменением микроструктуры поверхности, влияющим на отражательную способность и оптические свойства металла. Такие поверхности могут приобретать матовый, шелковистый или контрастный вид в зависимости от параметров излучения [7].

5. Лазерная полировка (переплав). Лазерная полировка (лазерный переплав) – это процесс выравнивания микрорельефа поверхности за счет контролируемого оплавления тонкого поверхностного слоя под действием лазерного излучения (рис. 4). Силы поверхностного натяжения расплавленного металла приводят к сглаживанию неровностей (пиков) и заполнению впадин, что позволяет снижать шероховатость в 8...10 раз, достигая на сталях уровня $Ra = 0,1...0,2$ мкм [10]. В отличие от механической полировки, этот метод является бесконтактным, не создает механических напряжений и позволяет обрабатывать сложные рельефные поверхности, включая внутренние полости и каналы.

Процесс особенно востребован как финишная операция после аддитивного производ-

ства (3D-печати металлом), литья, механической или электроэрозионной обработки, где требуется устранить характерную слоистую или шероховатую текстуру без изменения геометрии детали. Для полировки преимущественно используются волоконные лазеры непрерывного или импульсного действия в режиме сканирования. Ключевыми параметрами являются плотность энергии, достаточная для плавления вершин микронеровностей, но недостаточная для глубокого проплавления, а также скорость сканирования, определяющая время существования расплавленной фазы [10].



Рис. 4. Лазерная полировка (переплав)

В контексте дизайнерских решений лазерная полировка является незаменимым инструментом для создания контраста между текстурами. Например, сочетание матовой гравировки или шероховатой абляции с идеально гладкими, зеркальными полированными участками создает сложные визуальные и тактильные эффекты, подчеркивающие ценность изделия. Как часть комплекса лазерных технологий, полировка расширяет возможности финишной обработки ответственных и декоративных поверхностей. Метод находит применение при создании премиальной фурнитуры, элементов интерьера, авторских украшений и сувениров, где качество поверхности напрямую влияет на восприятие.

6. Темная маркировка. Темная маркировка (black marking) – разновидность лазерной обработки, создающая устойчивый черный или темно-серый контраст без заметного рельефа. Эффект достигается использованием сверхкоротких импульсов, формирующих наноразмерные оксидные или интерференционные структуры на поверхности металла [1, 3, 7, 8].

Преимущества метода включают высокую контрастность изображения при любой ориентации освещения, химическую и механическую стойкость результата. Для уверенного визуаль-

ного или машинного считывания критически важен контраст, достигаемый правильным подбором параметров, обеспечивающих необходимую толщину и поглощательную способность оксидного слоя [3]. Темная маркировка оптимальна для нанесения серийных номеров, штрихкодов, логотипов и декоративных элементов, особенно на медицинских и ювелирных изделиях, где недопустимо изменение геометрии поверхности [5, 7, 8, 9].

7. Сравнение методов и практические рекомендации. На основе анализа физических основ, технологических параметров и визуальных эффектов проведена систематизация методов лазерной обработки. Сравнительные характеристики представлены в таблице, служащей основой для выбора технологии в соответствии с дизайнерскими задачами.

На основе сравнительного анализа сформулированы практические рекомендации по применению методов (рис. 5).

Лазерный отжиг – оптимален для цветовых эффектов без рельефа: декоративные вставки, ювелирные изделия, сувениры [4, 5].

Лазерное травление – контрастные надписи, логотипы, тонкая графика [1].

Лазерная гравировка – при создании рельефных орнаментов, персонализированных медалей или значков, элементов фурнитуры [5, 7].

Абляционная обработка – для матовых и текстурированных поверхностей, используемых в интерьерных или технических решениях [7].

Лазерная полировка (переплав) – применяется как финишная операция для получения зеркального блеска и снижения шероховатости на сложнопрофильных поверхностях, а также для создания контраста между текстурами в дизайнерских изделиях [10].

Темная маркировка – при необходимости устойчивого контраста и высокой долговечности, в том числе в премиальной и медицинской продукции [5, 9].

Т а б л и ц а

Сравнительные характеристики методов лазерной обработки

Метод	Физический механизм	Изменение рельефа	Цветовой эффект	Типичный материал	Преимущества	Ограничения
Лазерный отжиг	Локальный нагрев и окисление [4, 8]	Нет	Интерференционный (цветной) [4, 9]	Нержавеющая сталь, титан, ниобий [4]	Яркие цвета без удаления материала [4, 5]	Ограниченная стойкость при высоких температурах [4]
Лазерное травление	Микроплавление и частичное испарение [1, 3]	Незначительное	Темный, контрастный [1]	Сталь, алюминий, титан [1]	Контраст и детализация [1]	Ограниченная глубина эффекта
Лазерная гравировка	Испарение и плавление материала [1, 3, 7]	Есть (глубина до десятков мкм) [7]	Серый или металлический	Любые металлы [1, 5]	Выразительный рельеф, стойкость [5]	Нет цветных эффектов
Абляция	Испарение при высокой плотности энергии [1, 7]	Микрорельеф	Матовый или дифракционный [7]	Сталь, медь, алюминий [7]	Точность, функциональные свойства [7]	Требуется точный контроль [7]
Лазерная полировка	Контролируемый переплав поверхностного слоя [10]	Сглаживание (снижение Ra в 8...10 раз) [10]	Металлический блеск, зеркальность	Коррозионно-стойкие стали, сплавы Ti, Ni [10]	Бесконтактная обработка сложного рельефа, высокое качество поверхности [10]	Требуется точный контроль режимов (риск перегрева) [10]
Темная маркировка	Формирование наноструктур [1, 3, 7]	Нет	Черный, глубокий [1, 9]	Нержавеющая сталь, титан [1, 9]	Контраст, биосовместимость [5, 9]	Нужны ультракороткие импульсы [7]

Примечание: Ключевым технологическим параметром для всех методов выступает точный контроль диаметра луча, мощности и скорости сканирования [3, 7].

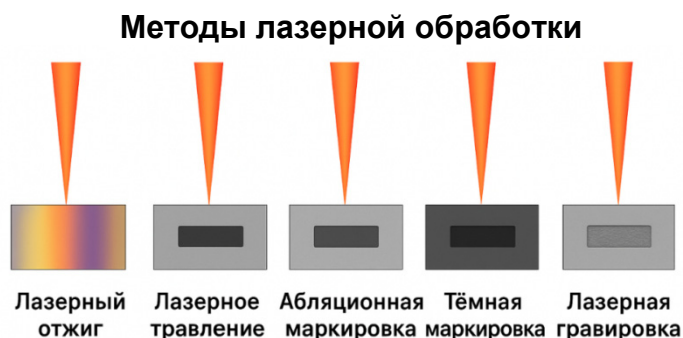


Рис. 5. Сравнение визуальных эффектов различных методов лазерной обработки

Сочетание различных методов (например, гравировки с локальным отжигом для получения цветного рельефа или создания матово-глянцевого контраста с помощью комбинации абляции и полировки) значительно расширяет художественные возможности и позволяет создавать уникальные визуальные эффекты для реализации сложных дизайнерских концепций [4, 5].

ВЫВОДЫ

Лазерные методы обработки открывают новые возможности в сфере художественного и промышленного дизайна металлических изделий. Их применение обеспечивает точное воспроизведение узоров, текстур, цветовых переходов и позволяет достигать высокого класса чистоты поверхности без использования химических реагентов и механического контакта [4–6].

Современные лазерные технологии позволяют реализовать концепцию кастомизации

продукции – от единичных украшений до серийной фурнитуры и интерьерных элементов [5]. Цифровое управление процессом обеспечивает гибкий переход от экспериментальных эскизов к промышленному производству.

Перспективные направления развития включают использование ультракоротких импульсов [7], интеграцию с CAD/CAM-системами, комбинацию с аддитивными технологиями и переход к экологически чистым производственным методам [6].

Таким образом, лазерная обработка металлов становится ключевым инструментом современного дизайна, объединяя точность инженерных технологий со свободой художественного замысла и предлагая полный цикл операций – от создания декоративной текстуры до ее финишного полирования, создавая основу для развития новых направлений декоративно-прикладного искусства и функционального дизайна [1, 4, 5, 10].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кончус Д. А., Сивенков А. В., Пряхин Е. И. Особенности лазерной маркировки металлических изделий // Информационно-технологический вестник. 2020. № 1. С. 157–164.
2. Цветков Д. М., Галанин С. И., Шорохов С. А. Лазерное декорирование поверхности стали AISI 304 // Технологии и качество. 2025. № 4(70). С. 78–83.
3. Ларионова Е. В. Разработка технологии получения воспроизводимых многоцветных изображений на металлических поверхностях с использованием лазеров : дис. ... канд. техн. наук. СПб. : СПбГУПТД, 2010. 168 с.
4. 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.
5. Цветков Д. М. Материалы, используемые для изготовления фурнитуры с применением лазерной обработки // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2025. С. 387–391.
6. Восстановление декоративного воронения с помощью лазерной обработки / М. Салхаб, Я. Джабр, Д. В. Журба, О. Г. Зотов // Наука настоящего и будущего. СПб., 2023. Т. 2. С. 60–63.
7. Statistical Modeling and Characterization of Laser Marking on AISI 301LN Stainless Steel Using Short-Pulsed Fiber Laser / M. Rezayat, M. Karamimoghadam, N. Contuzzi, G. Casalino, A. Mateo // Metals. 2025. Vol. 15, No 5. Art. 519.
8. Галанин С. И. Лазерные технологии в ювелирном производстве : учеб. пособие. Кострома : Изд-во Костром. гос. технол. ун-та, 2014. 108 с.
9. Петкова А. П., Ганзуленко О. Ю. Особенности технологии лазерной маркировки изделий из цветных металлов и сплавов с использованием матричных ультраплотных штрихкодов // Цветные металлы. 2022. № 7. С. 92–97.
10. Лазерные технологии, сопутствующие лазерной ударной обработке деталей: очистка, полировка, наплавка (обзор) / В. Ю. Железнов, Т. В. Малинский, В. Е. Роголин [и др.] // Успехи прикладной физики. 2023. Т. 11, № 4. С. 340–355.

REFERENCES

1. Konchus D. A., Sivenkov A. V., Pryakhin E. I. Features of laser marking of metal products. *Informacionno-tekhnologicheskij vestnik* [Information Technology Bulletin]. 2020;1:157–164. (In Russ.)
2. Tsvetkov D. M., Galanin S. I., Shorokhov S. A. Laser decoration of AISI 304 steel surface. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;4(70):78–83. (In Russ.)

3. Larionova E. V. Development of technology for producing reproducible multicolor images on metal surfaces using lasers. Cand. techn. sci. dis. Saint Petersburg, 2010. 168 p. (In Russ.)
4. 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.)
5. Tsvetkov D. M. Materials Used for the Manufacture of Hardware with the Use of Laser Processing. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologij* [Scientific research and development in the field of design and technology]. Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2025. P. 387–391. (In Russ.)
6. Salhab M., Jabr Y., Zhurba D. V., Zotov O. G., Parfenov V. A. Restoration of decorative crowning by laser treatment. *Nauka nastoyashchego i budushchego* [Science of the Present and Future]. Saint-Peterburg. 2023. Vol. 2. P. 60–63. (In Russ.)
7. Rezayat M., Karamimoghadam M., Contuzzi N., Casalino G., Mateo A. Statistical Modeling and Characterization of Laser Marking on AISI 301LN Stainless Steel Using Short-Pulsed Fiber Laser. *Metals*. 2025;15,5:519.
8. Galanin S. I. Laser technologies in jewelry production: textbook. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2014. 108 p. (In Russ.)
9. Petkova A. P., Ganzulenko O. Yu. Features of laser marking technology for non-ferrous metal products using matrix ultra-dense barcodes. *Cvetnye metally* [Non-ferrous metals]. 2022;7:92–97. (In Russ.)
10. Zheleznov V. Yu., Malinsky T. V., Rogalin V. E. [et al.] Laser technologies accompanying laser shock processing of parts: cleaning, polishing, cladding (review). *Uspekhi prikladnoj fiziki* [Advances in Applied Physics]. 2023;11,4:340–355. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 10.11.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Д. М. Цветков, старший преподаватель

Научная статья
УДК 671.1+739.2
EDN QZULSD
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>

Александр Олегович Сильянов

Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия
silyanov_ao@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3024-5521>

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЛИВАЕМОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ДРАГОЦЕННЫХ СПЛАВОВ НА ОПЕРАЦИИ «ПРЯМОГО» ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Аннотация. В статье рассматривается один из распространенных браков ювелирных изделий, возникающих на операции «прямого» литья по выплавляемым моделям, – непроливы. Экспериментально показано, что уменьшение сечения элементов отливаемых изделий приводит к появлению непроливов, которые существенно зависят от состава сплава и конструкции литниковой системы (диаметра питателей и их расположения). Показано, что при правильной конструкции литниковой системы, выборе сплава и технологических режимов литья можно обеспечить получение качественных отливок с сечением тонких элементов порядка 0,3 мм.

Ключевые слова: дизайн ювелирных изделий, «прямое» литье по выплавляемым моделям, непроливы, конструкция литниковой системы, технологические режимы литья, выбор сплава, качество отливок

Для цитирования: Сильянов А. О. Исследование проливаемости различных драгоценных сплавов на операции «прямого» литья по выплавляемым моделям // Технологии и качество. 2026. № 1(71). С. 76–80. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>.

Original article

Alexander O. Silyanov

Kostroma State University, Kostroma, Russia

INVESTIGATION OF THE SPILLABILITY OF DIFFERENT PRECIOUS ALLOYS IN THE “DIRECT” CASTING OPERATION BY EMBRYOUS MODELS

Abstract. The article discusses one of the most common defects in jewellery production, which occurs during the “direct” casting process using lost wax models. It has been experimentally demonstrated that reducing the cross-section of the cast items leads to the formation of defects significantly influenced by the alloy composition and the design of the gating system (the diameter of the feeders and their positioning). It has been shown that by properly designing the gating system, selecting the appropriate alloy, and implementing the appropriate casting techniques, it is possible to achieve high-quality castings with thin elements measuring approximately 0.3 mm.

Keywords: jewellery design, “direct” lost-wax casting, spills, gating system design, casting technology, alloy selection, casting quality

For citation: Silyanov A. O. Investigation of the spillability of different precious alloys in the “direct” casting operation by embryous models. Technologies & Quality. 2026. No 1(71). P. 76–80. (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2026-1-71-76-80>.

Дизайн ювелирных изделий напрямую связан с производственными возможностями воплощения задумок художника-ювелира в металле. Использование так называемого прямого литья по выплавляемым моделям дало возможность создавать ювелирные изделия сложной формы без использования ряда дорогостоящих

промежуточных операций, что упростило и удешевило процесс создания украшений сложной конструкции и дизайна [1–4]. Одним из важных критериев производственных возможностей является так называемая проливаемость металла – способность расплавленного металла заполнять полости литейной формы, четко воспроизводя ее контуры и поверхность. Проливаемость зависит от многих факторов: от

химического состава сплава, температуры заливки, конструкции литейной формы и литниковой системы и ряда технологических параметров. Эти факторы влияют на жидкотекучесть – способность расплавленного металла течь по каналам формы, заполнять ее полости и четко воспроизводить контуры отливки. Возможны непроливы, связанные с малым количеством металла (рис. 1).



Рис. 1. Непролив кольца, связанный с недостаточным количеством заливаемого металла

Наиболее распространенными сплавами при изготовлении ювелирных изделий являются серебро 925 пробы и сплавы золота 585 пробы белого, лимонного (желтого) и красного цветов. В производственных условиях необходимо учитывать проливаемость этих сплавов для получения качественных отливок.

Методика проведения эксперимента

Для эксперимента использовались следующие ювелирные сплавы.

1. Серебро 925 пробы, лигатура PROGOLD FLEXIA186. Состав сплава: Ag – 92,5%; Cu – 7,0%; другие элементы – 0,5%. Температура металла перед заливкой – 950 °С.

2. Белое золото 585 пробы, лигатура PROGOLD FLEXIA162. Состав сплава: Au – 58,5%; Cu – 29,4%; Ni – 6,3%; другие элементы – 5,8%. Температура металла перед заливкой – 1050 °С.

3. Лимонное золото 585 пробы, лигатура PROGOLD GENIA110. Состав сплава: Au – 58,5%; Ag – 23,5%; Cu – 16,6%; другие элементы – 1,4%. Температура металла перед заливкой – 1020 °С.

4. Красное золото 585 пробы, лигатура PROGOLD LUX158. Состав сплава: Au – 58,5%; Cu – 34,7%; Ag – 5,2%; другие элементы – 1,6%. Температура металла перед заливкой – 1025 °С.

Для эксперимента были подготовлены металлические образцы сетчатой конструкции следующих геометрических размеров (рис. 2).

Такая конструкция образцов позволяет сравнить проливаемость наиболее распространенных сплавов в реальных производственных условиях.

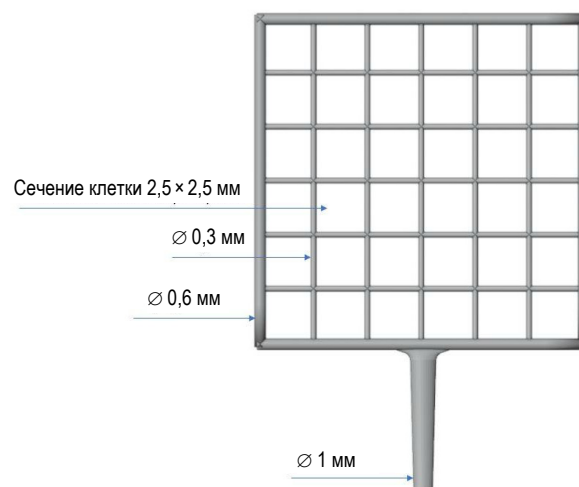


Рис. 2. Конструкция и размеры образца

Литник специально выполнялся с одной стороны сетчатой конструкции, чтобы затруднить проливаемость образца. Для выяснения критического диаметра элементов образцов, при которых будет наблюдаться непролив, изготавливались образцы с последовательным уменьшением диаметра элементов внутренней сетки с 0,6 до 0,3 мм с шагом 0,1 мм. Также уменьшался диаметр центрального литника с 2 до 1 мм и увеличивался размер ячейки сетки с 0,5 до 2,5 мм с шагом 0,5 мм. Данные изменения проводились до момента формирования ярко выраженных непроливов, полученных в ходе эксперимента. Экспериментальный образец, представленный на рисунке 2, можно использовать в производственных условиях в качестве эталонного для сравнения относительной проливаемости различных сплавов между собой.

Для каждого сплава подготавливалось по три образца.

Восковые модели образцов выращивались на 3D-принтере FlashForge WaxJet 510. Использовались два вида воска – основной и поддерживающий.

Отливка образцов производилась на индукционной вакуумной литейной установке INDUTHERM VC-500. Температура разливаемых металлов выбиралась, исходя из технологических рекомендаций по эксплуатации сплавов и производственного опыта.

Проливаемость фиксировалась визуально по заполняемости всех полостей литейной формы.

Результаты эксперимента и их обсуждение. При диаметрах элементов внутренней сетки 0,6; 0,5; 0,4 мм непроливов для всех сплавов не наблюдалось. Это свидетельствует о пра-

вильном подборе объема и температуры разливаемого металла, а также качественном изготовлении опоки.

Внешний вид образцов при диаметре элементов внутренней сетки 0,3 мм после проведения эксперимента представлен на рисунках 3–6.

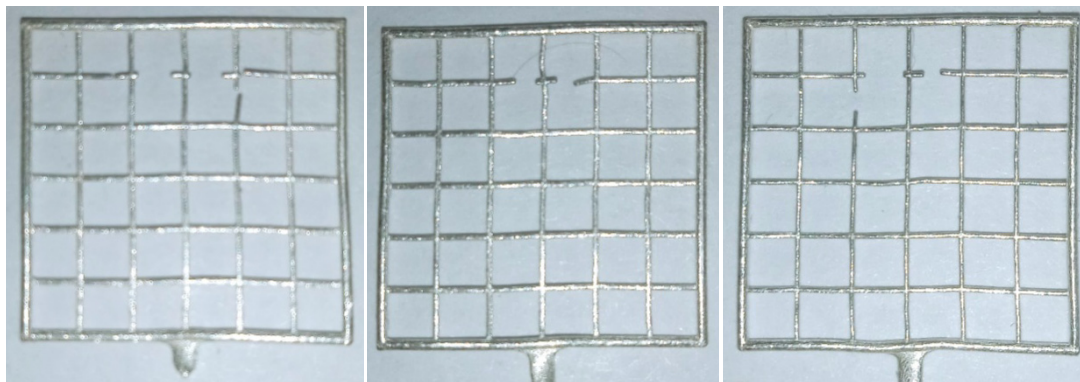


Рис. 3. Образцы из сплава серебра 925 пробы

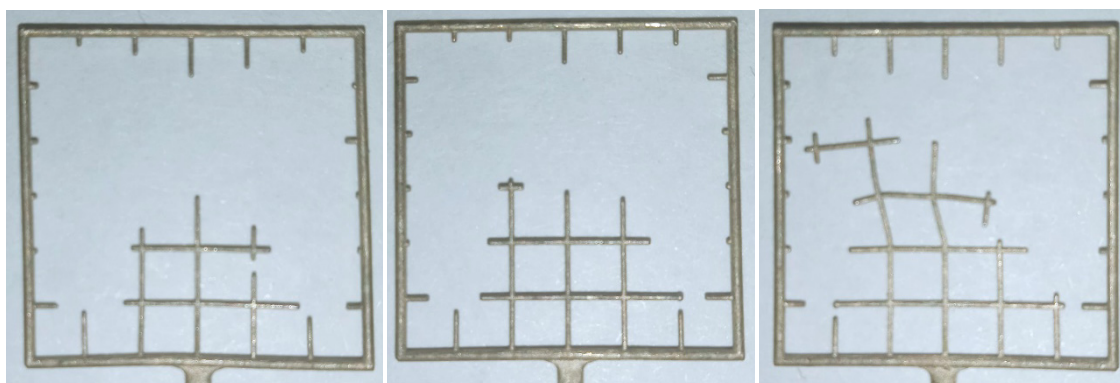


Рис. 4. Образцы из сплава золота 585 пробы белого цвета

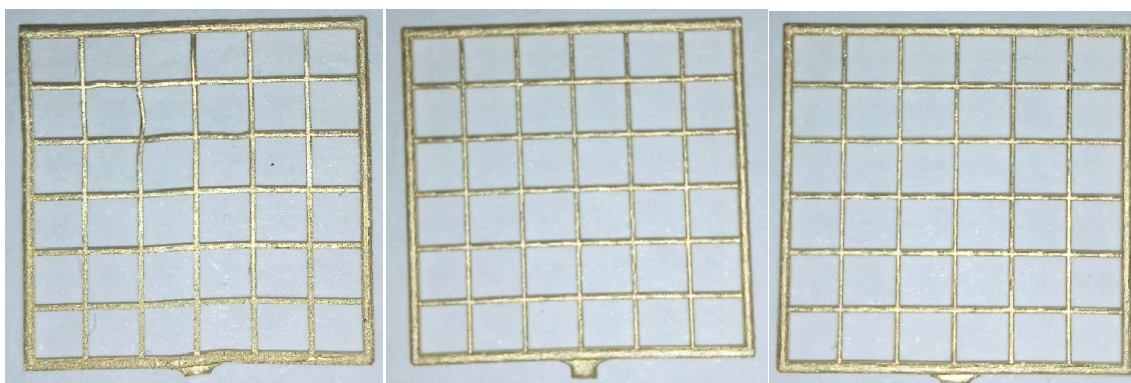


Рис. 5. Образцы из сплава золота 585 пробы лимонного цвета

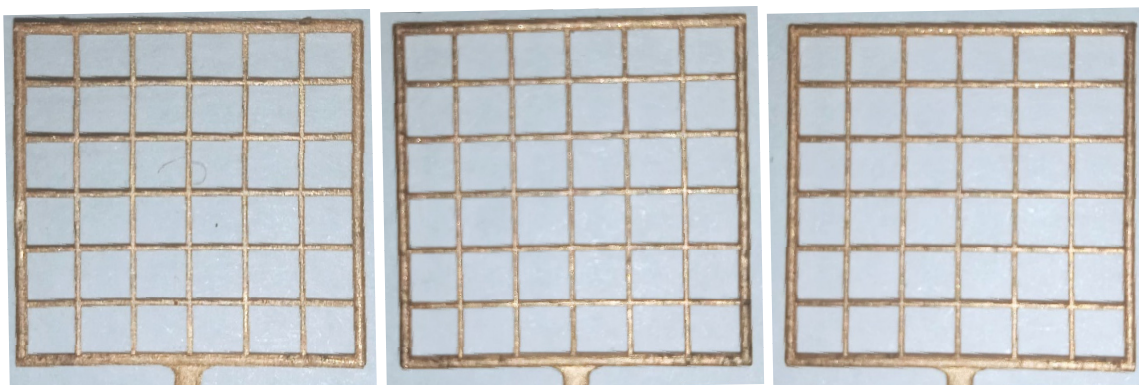


Рис. 6. Образцы из сплава золота 585 пробы красного цвета

Из рисунков видно, что проливаемость ухудшается в следующем ряду: «красное золото – лимонное золото – серебро – белое золото». На образцах из красного золота визуально не отмечено нарушений или искажений формы образца. На первом образце лимонного золота видны незначительные искажения формы. На образцах из серебра образовались непроливы секций, максимально отдаленных от литника. При литье белого золота не удалось пролить даже самые ближние к литнику секции.

Как правило, в дизайне изделий, изготавливаемых по технологии «прямого» литья отсутствуют элементы, сечение которых меньше 0,3 мм (рис. 7). Изменив конструкцию литниковой системы путем добавления второго литника с противоположной стороны сетки, можно пол-

ностью исключить полученные непроливы на сплавах серебра и белого золота и тем самым обеспечить высокое качество отливок изделий самого сложного дизайна и конструкции [5–7].

ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты убедительно показали, что при изготовлении украшений сложного дизайна, имеющих тонкие элементы, необходимо учитывать проливаемость используемого сплава, которая зависит от многих факторов, таких как состав сплава, температура разлива металла, конструкция литниковой системы, наличие или отсутствие вакуума в литьевой машине и др. При правильном учете комплекса этих факторов количество брака, связанного с непроливами, не должно превышать 2...4 %.



Рис. 7. Украшения ювелирной фирмы SOKOLOV (из открытых источников)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43.
2. Сильянов А. О., Галанин С. И. От литья в технике «утраченного воска» к «прямому» литью: технология и дизайн // Технологии и качество. 2025. № 2(68). С. 65–69.
3. Сильянов А. О., Галанин С. И. Влияние свойств драгоценных сплавов на дизайн литых ювелирных изделий // Технологии и качество. 2025. № 3(69). С. 72–75.
4. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
5. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн и технология ювелирных изделий: российские особенности // Дизайн. Материалы. Технология. 2011. № 2(17). С.60–63.
6. Галанин С. И., Висковатый И. С., Колупаев К. Н. Дизайн сложнопрофильных металлических поверхностей // Технологии и качество. 2017. № 1(37). С. 25–31.
7. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности дизайн-проектирования современных ювелирных изделий // Дизайн. Материалы. Технология. 2019. № 2(54). С. 9–13.

REFERENCES

1. Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” casting. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2024;2(64):38–43. (In Russ.)
2. Galanin S. I., Silyanov A. O. From “lost wax” casting to “direct” casting: technology and design. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;2(68):65–69. (In Russ.)
3. Silyanov A. O., Galanin S. I. Influence of precious alloys’ properties on the design of castjewellery. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2025;3(69):72–75. (In Russ.)

4. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of the creation of modern jewelry and art products. Kostroma, Kostroma St. Univ Publ., 2023. 1 CD-ROM (In Russ.)
5. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Design and Technology of Jewelry: Russian Features. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2011;2(17):60–63. (In Russ.).
6. Galanin S. I., Viskovaty I. S., Kolupaev K. N. Design of Complex-Profile Metal Surfaces. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2017;1(37):25–31. (In Russ.).
7. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of Design-Engineering of Modern Jewelry. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2019;2(54):9–13. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 12.01.2025
Принята к публикации 09.02.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

А. О. Сильянов, аспирант

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

Все материалы статьи следует представлять в редакцию с помощью сервиса «ПОДАТЬ СТАТЬЮ» на официальном сайте журнала tik.kosgos.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 предоставлены 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. Ученая степень, ученое звание; учебный статус обучающегося (студент, магистрант, аспирант).
7. Адрес электронной почты каждого автора (без слов e-mail).
8. Открытый идентификатор каждого автора (ORCID).
9. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
10. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
11. Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.
12. Аннотация (70–120 слов).
13. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
14. Тип статьи, ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
15. Текст статьи.
16. Список источников (формируется в порядке упоминания, нумеруется).
17. 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.kosgos.ru/documents/journal/requirements.ru.pdf>.

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2026 – № 1(71)

МАРТ

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 03.03.2026. Дата выхода в свет 02.04.2026. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 10,5. Заказ 26. Тираж 500.
Цена свободная.

Адрес учредителя, издателя и редакции журнала:
156005, Костромская обл., г. Кострома, ул. Дзержинского, 17/11
E-mail: tik@kosgos.ru

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

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