



Костромской
государственный
университет

ISSN 2587-6147

16+



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2(64)
2024



ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

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

Издается с 1999 года

2 0 2 4

№ 2(64)

ИЮНЬ

TECHNOLOGIES & QUALITY

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

Appears since 1999

2 0 2 4

№ 2(64)

JUNE

Реферируемое издание ВИНТИ Российской академии наук

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

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий (Перечень ВАК),

в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций

на соискание ученой степени кандидата наук,

на соискание ученой степени доктора наук

по следующим отраслям:

2.6.16. Технология производства изделий текстильной

и легкой промышленности (технические науки),

5.10.3. Виды искусства. Техническая эстетика и дизайн (искусствоведение)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор

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

Ответственный секретарь

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

СЕРГЕЙ ИЛЬИЧ ГАЛАНИН

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ ГРЕЧУХИН

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ЛЮДМИЛА ЮРЬЕВНА КИПРИНА

кандидат технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ КИСЕЛЕВ

доктор технических наук, доцент,
Костромской государственной университет

ЖАННА ЮРЬЕВНА КОЙТОВА

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

МИХАИЛ ОЛЕГОВИЧ КОЛБАНЕВ

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

АНДРЕЙ РОСТИСЛАВОВИЧ КОРАБЕЛЬНИКОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ МАТРОХИН

доктор технических наук, профессор,
Ивановский государственный политехнический университет

СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ ПАЛОЧКИН

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

ГАЛИНА ГЕОРГИЕВНА СОКОВА

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

БОРИС АЛЕКСАНДРОВИЧ СТАРОВЕРОВ

доктор технических наук, профессор,
Костромской государственной университет

ЕВГЕНИЙ ЯКОВЛЕВИЧ СУРЖЕНКО

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

ВЕЙЛИН СЮ

профессор, Уханьский текстильный университет (КНР)

ЮРИЙ СТЕПАНОВИЧ ШУСТОВ

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

САЛОХИДДИН ЗУНУНОВИЧ ЮНУСОВ

доктор технических наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет

EDITORIAL BOARD STAFF:

Editor-in-chief

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

Executive Secretary

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

SERGEY ILICH GALANIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEXANDER PAVLOVICH GRECHUKHIN

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

LYUDMILA YURIEVNA KIPRINA

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

MIKHAIL VLADIMIROVICH KISELEV

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor,
Kostroma State University

ZHANNA YURIEVNA KOYTOVA

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

MIKHAIL OLEGOVICH KOLBANEV

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

ANDREY ROSTISLAVOVICH KORABELNIKOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

ALEKSEY YURIEVICH MATROHIN

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ivanovo State Polytechnic University

SERGEY VLADIMIROVICH PALOCHKIN

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

GALINA GEORGIYEVNA SOKOVA

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

BORIS ALEKSANDROVICH STAROVEROV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Kostroma State University

EVGENIY YAKOVLEVICH SURZHENKO

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

WEILIN XU

Professor, Wuhan Textile University (China)

YURIY STEPANOVICH SHUSTOV

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

SALOHIDDIN ZUNUNOVICH YUNUSOV

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Transport University

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Абрамов А. В., Кургузов В. В.,
Уткин Н. Н., Родичева М. В.**
Функциональные материалы со свойством
управления потоками влаги для одежды
спортивного и специального назначения5

**Тарасов С. Д., Староверов Б. А.,
Лапшин В. В., Левыкин М. П.**
Методика размещения шаблонов деталей обуви
для раскройного комплекса АРК 1500
с оценкой процента использования
площади материала13

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Акиндинова Т. Л., Замышляева В. В.
Технология использования
современных бортовых тканей
для форменного обмундирования18

ДИЗАЙН

Лебедева Т. В., Галанин С. И.
Формирование микро мозаики
из эмалевой зерни23

**Серебренников А. А., Дрюкова А. Э.,
Дрюков М. В.**
Принципы формирования фигур Лихтенберга
на древесине33

Сильянов А. О., Галанин С. И.
Дизайн-иллюзии «прямого» литья38

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

Мочалова Л. В., Мамедова И. Ю.
Методика оценки
типографики и дизайна
мобильных интерфейсов44

CONTENTS

MATERIAL SCIENCE IN THE FIELD OF TEXTILE WORKS AND LIGHT INDUSTRY

**Abramov A. V., Kurguzov V. V.,
Utkin N. N., Rodicheva M. V.**
Functional materials with moisture flow
management properties for sports
and special purpose clothing 5

**Tarasov S. D., Staroverov B. A.,
Lapshin V. V., Levykin M. P.**
Method for placing shoes parts templates
for the ARK 1500 cutting complex
with assessment of the percentage
of material area use 13

TECHNOLOGY OF TEXTILE PRODUCTS AND LIGHT INDUSTRY

Akindinova T. L., Zamyshlyeva V. V.
Technologic for the use
of modern stiffening fabrics
for uniforms 18

DESIGN

Lebedeva T. V., Galanin S. I.
Formation of micromosaics
from enamel grains 23

**Serebrennikov A. A., Dryukova A. E.,
Dryukov M. V.**
Principles of forming lichtenberg figures
on wood 33

Silyanov A. O., Galanin S. I.
Design illusions of “direct” casting 38

INFORMATION TECHNOLOGY IN THE DESIGN

Mochalova L. V., Mamedova I. Yu.
Methodology for evaluating
the typography and design
of mobile interfaces 44

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Григорьев Д. М., Григорьева М. А.
Использование математических моделей
при анализе соответствия
соискателя рассматриваемой должности51

Скачков Д. В., Лустгартен Ю. Л.
Архитектура приложения конструктора ботов
для бизнес-процессов59

**ТРЕБОВАНИЯ
К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ64**

INFORMATION TECHNOLOGY

Grigor'ev D. M., Grigor'eva M. A.
The usage of mathematical methods
in analysis of suitability of an applicant
for the considered position 51

Skachkov D. V., Lustgarten Yu. L.
Architecture of the bot designer application
for business processes 59

**REQUIREMENTS
TO REGISTRATION OF ARTICLE 64**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Обзорная статья

УДК 677.017.632:687.14

EDN VTQVCE

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-5-12>

Антон Вячеславович Абрамов¹

Владимир Владимирович Кургузов²

Николай Николаевич Уткин³

Маргарита Всеволодовна Родичева⁴

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

⁴ Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, г. Орел, Россия

¹ Ant-lin88@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7082-1344>

² forbeemo@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-0962-5386>

³ kol.utkin@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-6211-5565>

⁴ rodicheva.unpk@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1092-6141>

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СО СВОЙСТВОМ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ ВЛАГИ ДЛЯ ОДЕЖДЫ СПОРТИВНОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Аннотация. Представлены результаты анализа функциональных материалов со свойством управления потоками влаги в пакете одежды. Показано, что в современных разработках вектор переноса формируется за счет градиента поверхностной энергии или капиллярного потенциала. Установлено, что все разработки могут быть классифицированы по виду механизма переноса. Перенос влаги за счет потоков Марангони в текстильных материалах обеспечивается: сочетанием натурального и синтетического сырья; нанесением на поверхности материала гидрофобизирующих и гидрофильных покрытий; использованием мембран. Организация в текстильных материалах градиента капиллярного потенциала связана с изменением поверхностной плотности по толщине. В ряде образцов используется сочетание этих подходов. Для каждого из выделенных классов представлены торговые марки материалов, которые доступны на современном рынке текстильной продукции.

Ключевые слова: управление потоками влаги, краевой угол смачивания, поверхностное натяжение, трикотаж, капиллярный потенциал, поток Марангони, поверхностная энергия, мембрана, электроосмос

Для цитирования: Функциональные материалы со свойством управления потоками влаги для одежды спортивного и специального назначения / А. В. Абрамов, В. В. Кургузов, Н. Н. Уткин, М. В. Родичева // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 5–12. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-5-12>.

Review article

Anton V. Abramov¹

Vladimir V. Kurguzov²

Nikolai N. Utkin³

Margarita V. Rodicheva⁴

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

⁴ Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia

FUNCTIONAL MATERIALS WITH MOISTURE FLOW MANAGEMENT PROPERTIES FOR SPORTS AND SPECIAL PURPOSE CLOTHING

© Абрамов А. В., Кургузов В. В., Уткин Н. Н., Родичева М. В., 2024

Abstract. The results of the analysis of functional materials with the property of controlling moisture flows in a clothing package are presented. It has been shown that in modern developments the transfer vector is formed due to the surface energy gradient or capillary potential. It has been established that all developments can be classified according to the type of transfer mechanism. Moisture transfer due to Marangoni flows in textile materials is ensured by: a combination of natural and synthetic raw materials; applying water-repellent and hydrophilic coatings to the surface of the material; use of membranes. The organization of a capillary potential gradient in textile materials is associated with a change in surface density along the thickness. A number of images use a combination of these approaches. For each of the selected classes, trademarks of materials that are available on the modern textile market are presented.

Keywords: control of moisture flows, contact angle, surface tension, knitwear, capillary potential, Marangoni flow, surface energy, membrane, electroosmosis

For citation: Functional materials with moisture flow management properties for sports and special purpose clothing / A. V. Abramov, V. V. Kurguzov, N. N. Utkin, M. V. Rodicheva. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 5–12. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-5-12>.

Проблема отведения пота при формировании качества одежды

Качество одежды определяется в том числе способностью комплекта обеспечивать комфортные параметры пододежного микроклимата: температура воздуха от +25 до +27 °С, а влажность от 40 до 60 % [1]. В этом случае обеспечиваются максимальная работоспособность человека и эффективность тренировочного процесса [2].

При высокой физической активности комплект одежды не всегда обеспечивает баланс между теплопродукцией организма и теплоотдачей, что может вызвать избыточное потоотделение. Белье должно эффективно поглощать пот с поверхности кожи и передавать его вышележащим слоям. При накоплении влаги в бельевом слое одежда прилипает к телу, ограничивая свободу движений и создавая ощущение нагрева [3].

Вывод паров влаги из-под одежды обеспечивается использованием материалов с низкой поверхностной плотностью. Однако в ряде случаев необходимо изолировать пододежное пространство от окружающей среды. Например, в одежде шахтеров требуется предотвратить проникновение пыли под одежду, а в комплектах для активного отдыха – осадков и ветра. В этих условиях в комплекте обеспечивается управление потоками влаги на основе теории движения жидкости [4].

Согласно этим представлениям для растекания влаги по поверхности материала силы межмолекулярного взаимодействия должны совершить работу по преодолению сил поверхностного натяжения капли. Мерой этой работы является краевой угол смачивания (рис. 1, а, б). При контакте жидкости с поверхностью она проникает в объем материала за счет всасывающего давления. Силы всасывания обусловлены гради-

ентом поверхностной энергии или сил поверхностного натяжения.

В условиях градиента поверхностной энергии влага самопроизвольно перемещается из зон с меньшим коэффициентом поверхностного натяжения в зоны с большим коэффициентом (см. рис. 1, в) [5]. Это движение называют потоком Марангони. В капиллярно-пористом теле влага перемещается от капилляров большего размера к капиллярам меньшего под действием капиллярного потенциала (см. рис. 1, г).

На основе этих эффектов разработаны функциональные материалы со свойством управления потоками влаги.

Двухслойные трикотажные материалы, нижний слой (поз. 1, рис. 2, а) которых изготовлен из синтетического сырья, а верхний (поз. 2) – из натурального [6]. За счет различий в краевом угле смачивания между ними возникает поток Марангони, направленный к лицевой поверхности материала. К концу XX века изделия из них использовались в комплектах одежды для занятия спортом. Однако в процессе их использования было выявлено затухание потоков влаги при ее связывании с натуральными волокнами.

Профилирование синтетических волокон (см. рис. 2, б) позволяет повысить интенсивность потоков влаги в структуре материала в соответствии с числом канавок на поверхности [7]. В числе наиболее распространенных материалов на базе таких волокон – трикотаж торговой марки “CoolMax”. Существенный недостаток таких волокон связан с организацией потока влаги в обоих направлениях. При повышенной влажности окружающего воздуха такие материалы будут способствовать насыщению влагой пододежного пространства.

Управление потоками влаги за счет градиента капиллярного потенциала. Х. Мориц и Д. Бриер предложили методы организации

градиента капиллярного потенциала в трикотажных полотнах из синтетических волокон [8]. Полотно имеет основной (поз. 3, см. рис. 2, в) и ворсовой (поз. 4) слой. Различие в размере капилляров между ними позволяет материалу

активно поглощать влагу без связывания в своей структуре. Разрежение ворса канавками способствует дополнительному охлаждению тела человека за счет воздушного потока [9].

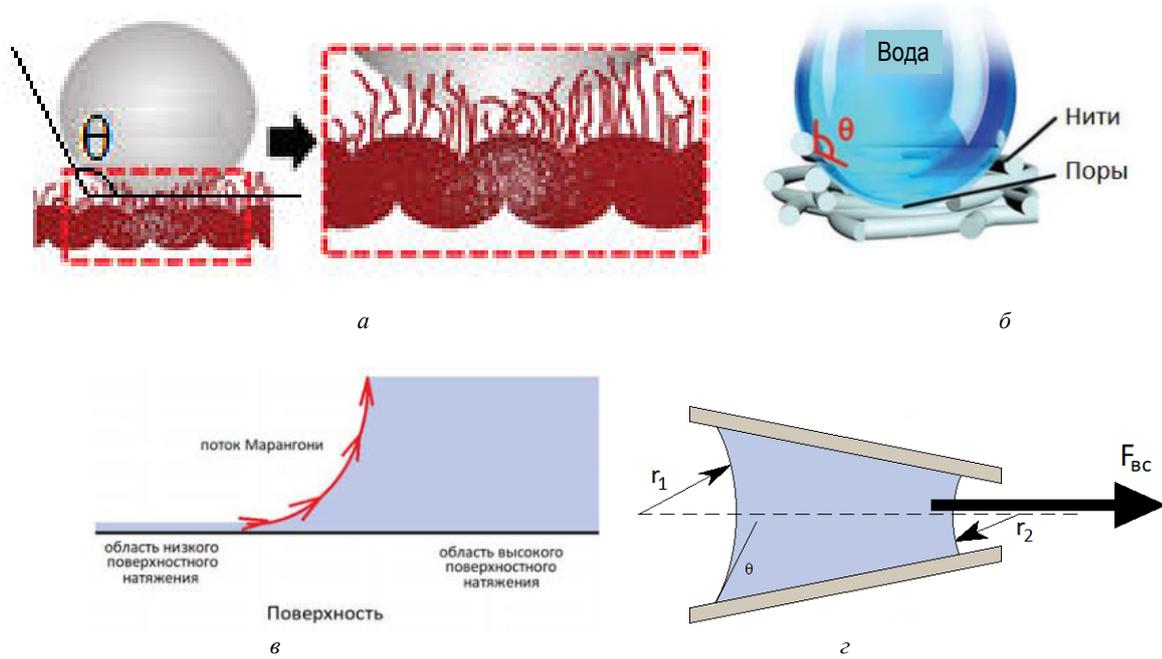


Рис. 1. Поведение влаги в структуре и на поверхности текстильных материалов:
 а, б – краевой угол смачивания на поверхности материалов;
 в – схема потока Марангони; г – поведение влаги в капиллярах

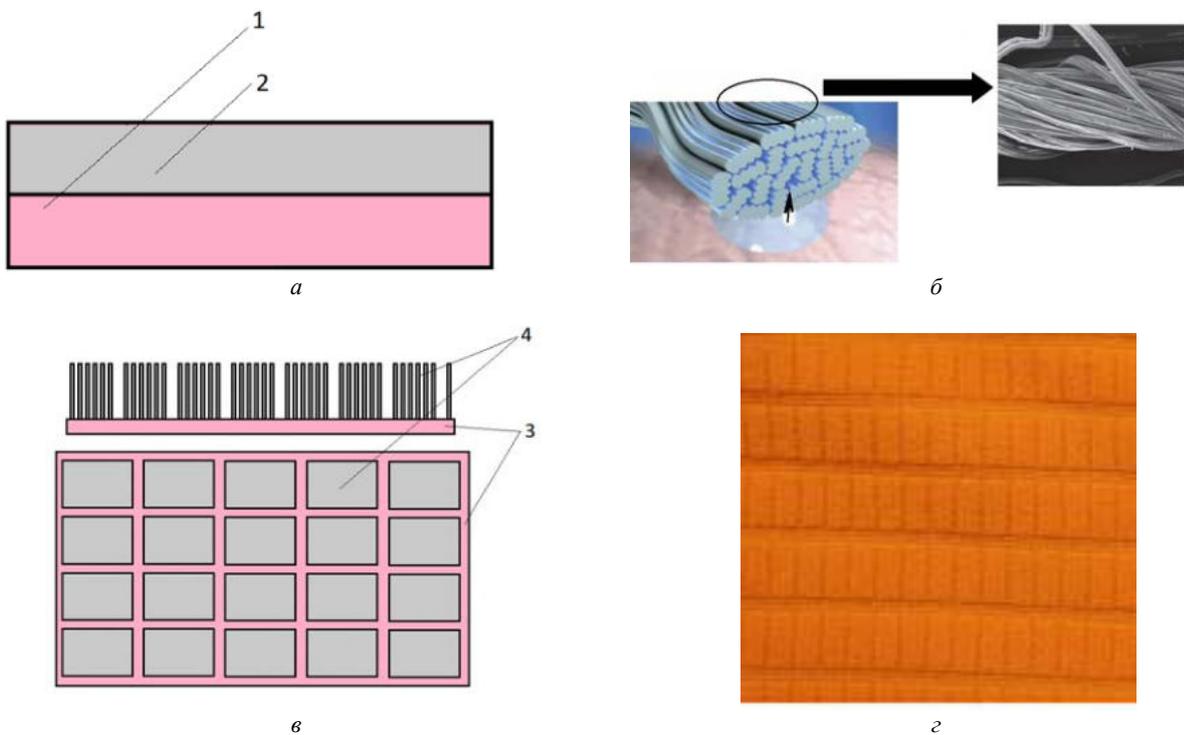


Рис. 2. Двухслойные текстильные материалы со свойством управления потоками влаги и нити для них:
 а – схема двухслойного трикотажного материала из натурального и синтетического сырья;
 б – нити из синтетических профилированных волокон марки “CoolMax”;
 в – схема и внешний вид ворсового трикотажного материала;
 г – внешний вид трикотажного полотна торговой марки “PolartechPowerDry”

При введении в структуру материала дополнительных слоев разной плотности поток влаги становится более выраженным. Например в материале фирмы “Nike” нижний слой (поз. 1, рис. 3, *a*) является самым рыхлым, а в более плотных промежуточном (поз. 2) и верхнем (поз. 3) слоях введены полости для циркуляции воздуха, что обеспечивает дополнительное охлаждение [10]. На основе этого материала раз-

работана линейка образцов спортивной одежды (см. рис. 3, *б*).

Потоки Марангони в материале можно обеспечить за счет нанесения покрытий, повышающих гидрофобность изнаночного и гидрофильность лицевого слоев (рис. 4, *a*) [11]. Продолжая эти исследования, А. Назир с соавт. установил, что наибольшая скорость потока достигается при зональном нанесении покрытий (см. рис. 4, *б*) [12].

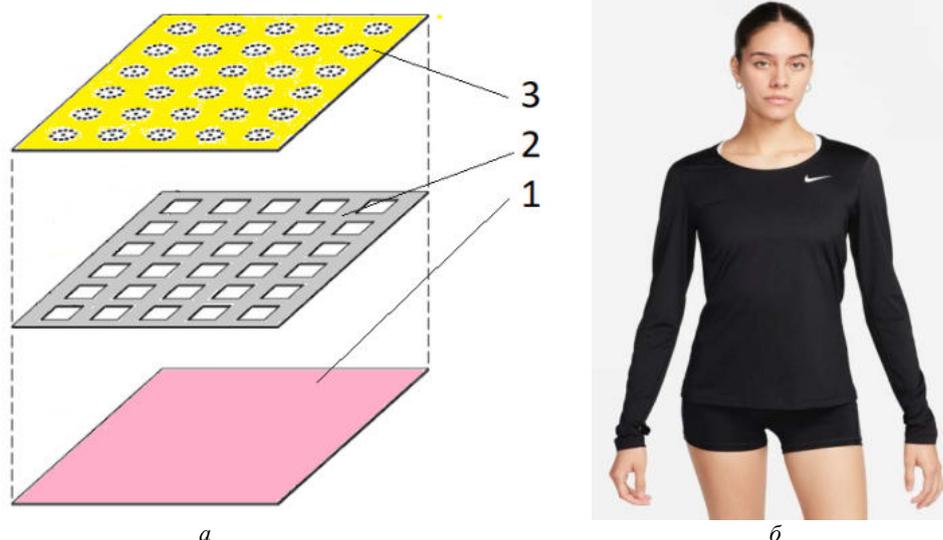
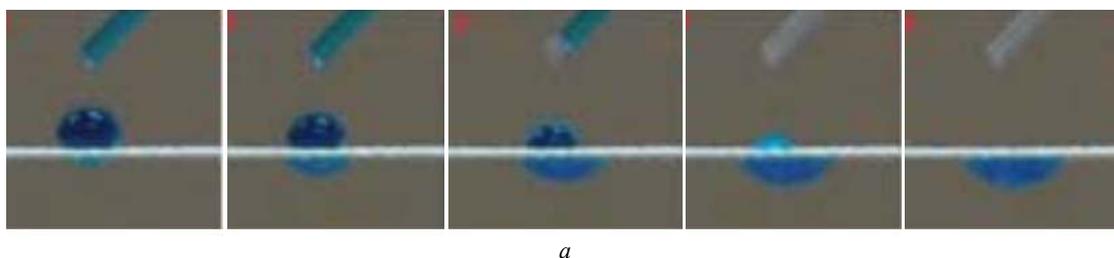
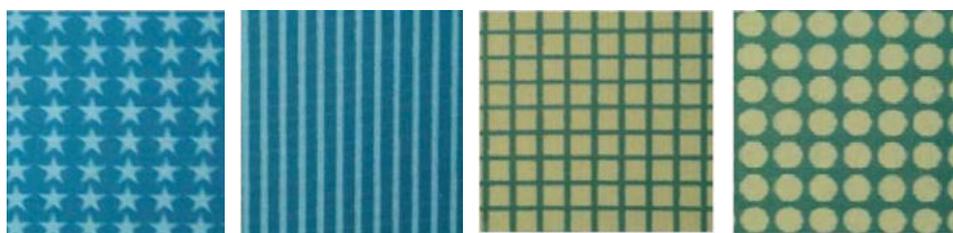


Рис. 3. Многослойные текстильные материалы со свойством управления потоками влаги и изделия из них: *a* – схема многослойного влагопроницаемого материала; *б* – комплект спортивный



a



б

Рис. 4. Поведение жидкой влаги в материалах с градиентом смачивания:

a – поведение жидкости в материале с градиентом смачивания;
б – варианты нанесения гидрофобизирующих покрытий на материал

В ряде многослойных материалов (рис. 5, *a*) градиент смачиваемости обеспечивается за счет сочетания волокон и покрытий [13]. Это решение не только обеспечивает эффективное управление потоками влаги, но и блокирует перенос водяного пара в направлении кожи.

В 2017 году зарубежными исследователями предложены природоподобные материалы (см. рис. 5, *a*), в которых на нетканое полотно из полилактидных волокон наносятся микроволокна полимолочной кислоты (см. рис. 5, *б*) [14]. Впоследствии они покрываются наноразмерным

слоем эпоксидной смолы. Покрытие закрепляется методами вакуумной сушки. В таких материалах возникают высокоинтенсивные потоки влаги согласно закону Мюррея.

Локальные зоны градиентного смачивания в структуре текстильных материалов получают методом плазменной обработки и направлены на обеспечение сочетания коэффициентов поверхностного натяжения локальных зон, ли-

цевой и изнаночной поверхностей (рис. 6, а). Такие материалы эффективно поглощают пот, обеспечивают перенос влаги на лицевую сторону. Капли скапливаются на поверхностях зон, после чего стекают с изделия [15]. Из-за сложности производства и отсутствия рекомендаций по сочетанию коэффициентов смачивания эти материалы не получили широкого распространения в спортивной и специальной одежде.

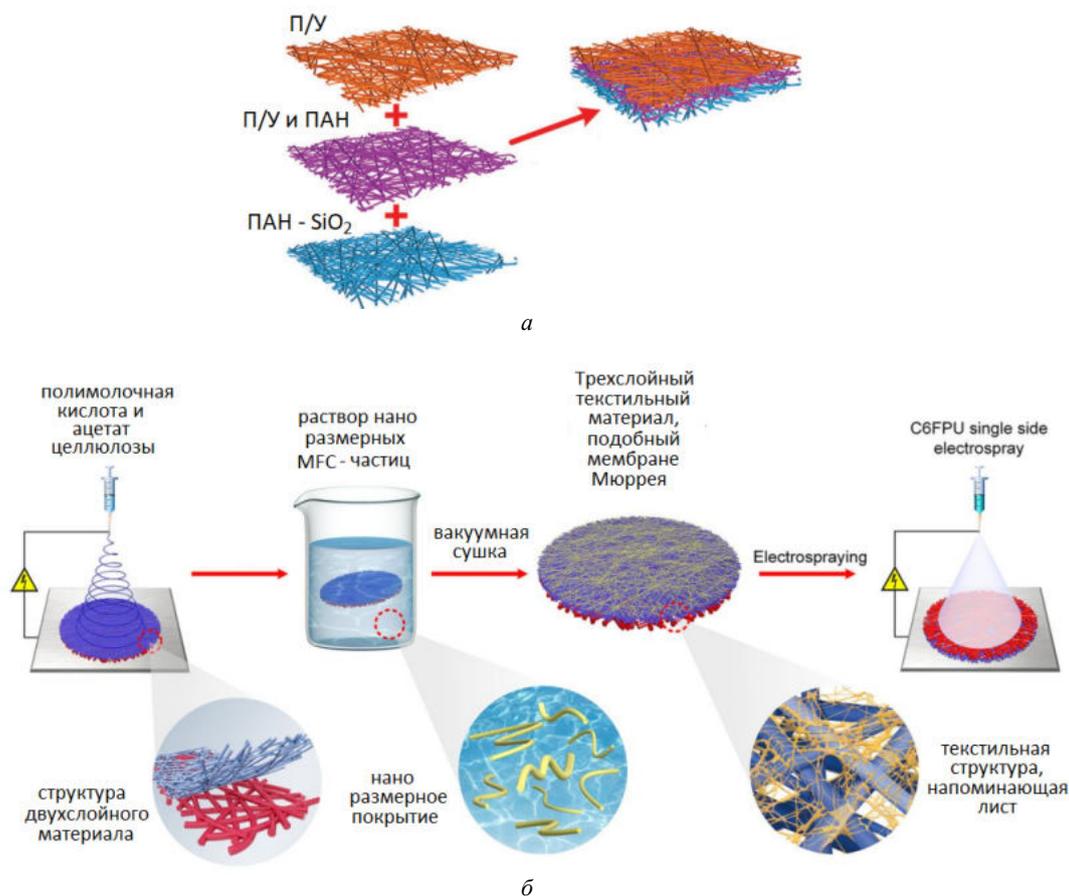


Рис. 5. Многослойные текстильные материалы: а – композитный трехслойный материал; б – технология производства природоподобного материала

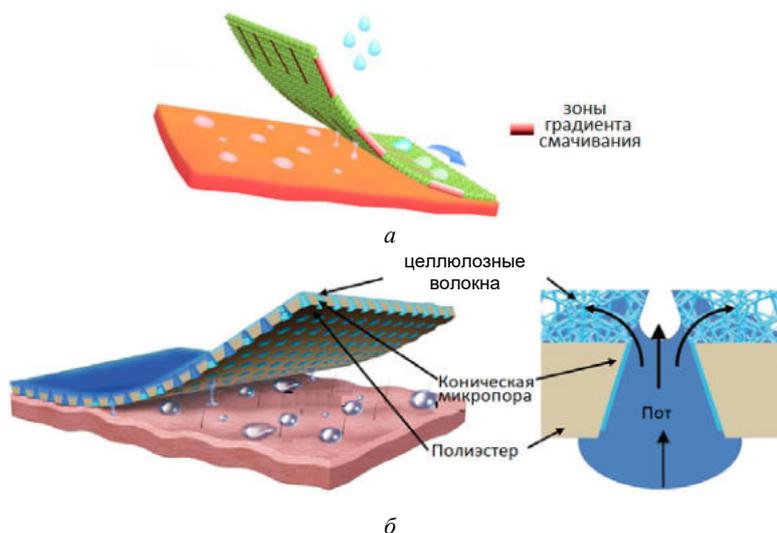


Рис. 6. Материалы с зонами градиентного смачивания (а) и мембранным покрытием (б)

Управление потоками влаги за счет мембранных слоев является эффективным методом формирования градиента смачивания в материале [16]. Однако мембраны не всегда обеспечивают требуемую интенсивность потоков влаги [17]. Для его интенсификации Б. Дай с соавт. разработал технологию получения конических пор в структуре мембраны, известную под торговой маркой “Janus” (рис. 6, б) и технологию получения текстильных материалов на ее основе (“Janustextiles”). На базе этих материалов производят спортивную одежду для различных условий окружающей среды [18].

Другим способом ускорения потоков влаги в материалах с мембранными слоями является использование явления электроосмоса [19]. В этом случае ткань верхнего слоя, как правило, из углеродных волокон (поз. 1, рис. 7) выполняет роль катода, нетканое полотно (поз. 3) – роль анода. Эти материалы соединяются с поликарбонатной мембраной (поз. 2) слоями полиуретановой сетки (поз. 4). При постоянном напряжении от 1 до 6 В пот перемещается от ткани к нетканому слою.

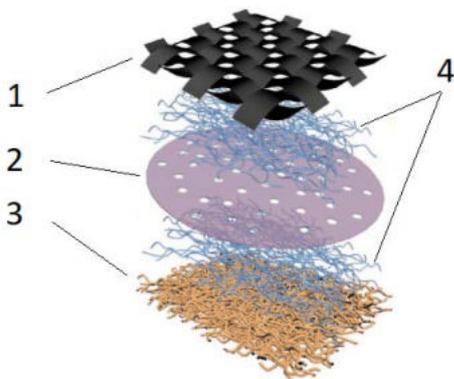


Рис. 7. Материал с организацией потоков влаги за счет электроосмоса

Испытания таких материалов в походных условиях позволяют судить об их эффективности и безопасности. Однако вследствие высокой жесткости они находят ограниченное применение при производстве одежды, но активно используются при производстве стелек обуви.

ВЫВОДЫ

Задача отведения пота от тела человека в одежде решается посредством формирования потоков влаги за счет градиента сил поверхностного натяжения или капиллярного потенциала.

Управление потоками влаги за счет профилированных синтетических волокон позволяет ускорить отведение пота. Однако в таких материалах поток является двунаправленным и при повышенной влажности окружающего воздуха наблюдается активный перенос влаги к телу человека.

Управление потоками влаги за счет градиента капиллярного потенциала посредством ворсовых трикотажных полотен рассматривается как достаточно эффективный способ отведения пота от тела человека. Введение в структуру материала дополнительных слоев позволяет организовать дополнительное охлаждение посредством испарения. В настоящее время такие материалы получили широкое распространение.

Управление потоками влаги за счет потоков Марангони связано с формированием градиента смачиваемости за счет нанесения покрытий на лицевую и изнаночную стороны материала или за счет мембранных покрытий. Технологии получения таких материалов активно развиваются и в ближайшее время можно ожидать расширения ассортимента на современном рынке материалов со свойством управления потоками влаги.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Islam R., Golovin K., Dolez P. Clothing Thermophysiological Comfort: A Textile Science Perspective // *Textiles*. 2023. Vol. 3(4). P. 353–407.
2. Recent Developments in Materials and Manufacturing Techniques Used for Sports Textiles / A. Faheem, S. Khurram, A. Wardah, M. Bushra, R. Abher et. al. // *International Journal of Polymer Science*. 2021. Vol. 2023, is. 1. P 2021622.
3. Кошечев В. С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека от холода. М. : Медицина, 1981. 288 с.
4. Лыков А. В. Теория сушки. М. : Энергетика, 1968. 472 с.
5. Marangoni flow in micro-channels / H. Lee, D. Fermin, R. Corn, H. Girault // *Electrochemistry Communications*. 1999. Vol. 1. P. 190–193.
6. Designing textile architectures for high energy-efficiency human body sweat- and cooling-management / K. Fu, Z. Yang, Y. Pei, Y. Wang, B. Xu, Y. Wang, B. Yang, L. Hu // *Advanced Fiber Materials*. 2019. Vol. 1. P. 61–70.

7. Moisture absorption and release of profiled polyester and cotton composite knitted fabrics / C. Su, J. Fang, X. Chen, W. Wu // *Textiles Research Journal*. 2007. Vol. 77. P. 764–769.
8. US 5297296A Multi-layer moisture management elastic fabric / H. Moretz, D. Brier ; Inventor H. Moretz D. Brier. Priority to US 1992.12.17. Publication 1994.03.29. 16 p.
9. Women’s performance zip-up hoodie // Polartec. URL: <https://www.polartec.com/partners/products/nobull-womens-performance-zip-up-hoodie> (дата обращения: 08.05.2024).
10. What Is Moisture Wicking? // Nike : official site. URL: <https://www.nike.com/be/en/a/what-is-moisture-wicking> (дата обращения: 08.05.2024).
11. Directional water transport fabrics with durable ultra-high one-way transport capacity / C. Zeng, H. Wang, H. Zhou, T. Lin // *Advanced Materials Interfaces*. 2016. Vol. 3, is. 14. P. 1600036.
12. Effect of design and method of creating wicking channels on moisture management and air permeability of cotton fabrics / A. Nazir, T. Hussain, G. Abbas, A. Ahmed // *Journal Natural. Fibers*. 2015. Vol. 12. P. 232–242.
13. Continuous, Spontaneous, and Directional Water Transport in the Trilayered Fibrous Membranes for Functional Moisture Wicking / D. Miao, Z. Huang, X. Wang, J. Yu, B. Ding // *Small*. 2018. Vol. 14, is. 32. P 1801527.
14. Dou Y., Tian D. Inspired Crossflow for Efficient and Continuous Collection of Spilled Oil // *ACS Nano*. 2017. Vol. 11. P. 2477–2485.
15. Nature-inspired moisture management fabric for unidirectional liquid transport and surface repellence and resistance / C. Zou, L. Lao, Q. Chen, J. Fan, D. Shou // *Energy and Building*. 2021. Vol. 248, is. 7. P. 111203.
16. Харापудько Ю. В., Тимошина Ю. А., Вознесенский Э. Ф. Анализ структурных изменений модифицированных полиэтиленовых пленок методом дифференциальной сканирующей калориметрии // *Технологии и качество*. 2022. № 1(55). С. 5–11.
17. Панкевич Д. К., Буркин А. Н. Методология оценки свойств материалов для водонепроницаемой одежды // *Технологии и качество*. 2022. № 2(56). С. 5–10.
18. Bioinspired Janus Textile with Conical Micropores for Human Body Moisture and Thermal Management / B. Dai, K. Li, L. Shi, X. Wan, X. Liu, F. Zhang, L. Jiang, S. Wang // *Advanced Materials*. 2019. Vol. 31, is. 41. P. 1904113.
19. Flexible Janus textile-based electroosmotic pump for large-area unidirectional positive water transport / Y. Zhang, M. Tian, L. Wang, H. Zhao, L. Qu // *Advanced Materials Interface*. 2020. Vol. 7, is. 13. P. 1902133.

REFERENCES

1. Islam R., Golovin K., Dolez P. Clothing Thermophysiological Comfort: A Textile Science Perspective. *Textiles*. 2023;3(4):353–407.
2. Faheem A., Khurram S., Wardah A., Bushra M., Abher R. Sheraz A., Farooq A., Yasir N. Recent Developments in Materials and Manufacturing Techniques Used for Sports Textiles. *International Journal of Polymer Science*. 2021;2023(1):2021622.
3. Koshcheev V. S. Fiziologiya i gigiena individual’noj zashchity cheloveka ot holoda. Moscow, Meditsina Publ., 1981. 288 s. (In Russ.)
4. Lykov A. V. Teoria sushki. Moscow, Energiya Publ., 1968. 472 s. (In Russ.)
5. Lee H., Fermin D., Corn R., Girault H. Marangoni flow in micro-channels. *Electrochemistry Communications*. 1999;1:190–193.
6. Fu K., Yang Z., Pei Y., Wang Y., Xu B., Wang Y., Yang B., Hu L. Designing textile architectures for high energy-efficiency human body sweat- and cooling-management. *Advanced Fiber Materials*. 2019;1:61–70.
7. Su C., Fang J., Chen X., Wu W. Moisture absorption and release of profiled polyester and cotton composite knitted fabrics. *Textiles Research Journal*. 2007;77:764–769.
8. Moretz H., Brier D. Multi-layer moisture management elastic fabric. US 5297296A. Priority to US 1992.12.17. Publication 1994.03.29. 16 p.
9. Women’s performance zip-up hoodie. URL: <https://www.polartec.com/partners/products/nobull-womens-performance-zip-up-hoodie> (accessed 08.05.2024).
10. What Is Moisture Wicking? URL: <https://www.nike.com/be/en/a/what-is-moisture-wicking> (accessed 08.05.2024).

11. Zeng C., Wang H., Zhou H., Lin T. Directional water transport fabrics with durable ultra-high one-way transport capacity. *Advanced Materials Interfaces*. 2016;3(14):1600036.
12. Nazir A., Hussain T., Abbas G., Ahmed A. Effect of design and method of creating wicking channels on moisture management and air permeability of cotton fabrics. *Journal Natural Fibers*. 2015;12:232–242.
13. Miao D., Huang Z., Wang X., Yu, J., Ding B. Continuous, Spontaneous, and Directional Water Transport in the Trilayered Fibrous Membranes for Functional Moisture Wicking. *Small*. 2018;14(32):1801527.
14. Dou Y., Tian D. Inspired Crossflow for Efficient and Continuous Collection of Spilled Oil. *ACS Nano*. 2017;11:2477–2485.
15. Zou C., Lao L., Chen Q., Fan J., Shou D. Nature-inspired moisture management fabric for unidirectional liquid transport and surface repellence and resistance. *Energy Building*. 2021;248(7):111203.
16. Kharapudko Yu. V., Timoshina Yu. A., Voznesensky E. F. Analysis of structural changes of modified polyethylene films by differential scanning calorimetry. *Tehnologiii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;1(55):5–11. (In Russ.)
17. Pankevich D. K., Burkin A. N. Methodology for evaluating the properties of waterproof clothing materials. *Tehnologiii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;2(56):5–10. (In Russ.)
18. Dai B., Li K., Shi L., Wan X., Liu X., Zhang F., Jiang L., Wang S. Bioinspired Janus Textile with Conical Micropores for Human Body Moisture and Thermal Management. *Advanced Materials*. 2019;31(41):1904113.
19. Zhang Y., Tian M., Wang L., Zhao H., Qu L. Flexible Janus textile-based electroosmotic pump for large-area unidirectional positive water transport. *Advanced Materials Interface*. 2020;7(13):1902133.

Статья поступила в редакцию 19.05.2024
Принята к публикации 24.05.2024

Научная статья

УДК 687.022

EDN EZRVZE

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>

Сергей Дмитриевич Тарасов¹

Борис Александрович Староверов²

Валерий Васильевич Лапшин³

Михаил Павлович Левыкин⁴

^{1,2,3} Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

⁴ Компания «Танцмастер», г. Кострома, Россия

¹ ooo-kk-44@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9830-658X>

² sba44@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-8960-539X>

³ vlv1000@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2680-5272>

⁴ levykin00@linternet.ru, <https://orcid.org/0009-0002-3213-3011>

МЕТОДИКА РАЗМЕЩЕНИЯ ШАБЛОНОВ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ДЛЯ РАСКРОЙНОГО КОМПЛЕКСА АРК 1500 С ОЦЕНКОЙ ПРОЦЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОЩАДИ МАТЕРИАЛА

Аннотация. В настоящей статье рассмотрена методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500. Методика разработана с целью автоматизации раскройного комплекса АРК 1500 и увеличения процента использования раскраиваемого материала. Объектом исследования в данной статье является размещение шаблонов деталей обуви на листе материала. Предметом исследования являются методы рационального размещения шаблонов и увеличения процента использования материала. Разработанная методика реализована в виде программы для ЭВМ. В статье приведен пример использования методики размещения шаблонов деталей, применяемых в производстве.

Ключевые слова: раскройный комплекс, шаблоны, коэффициент использования материала, отходы, межшаблонные отходы, краевые отходы, межшаблонные мостики, методика, автоматизация

Для цитирования: Методика размещения шаблонов деталей обуви для раскройного комплекса АРК 1500 с оценкой процента использования площади материала / С. Д. Тарасов, Б. А. Староверов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 13–17. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>.

Original article

Sergey D. Tarasov¹

Boris A. Staroverov²

Valery V. Lapshin³

Mikhail P. Levykin⁴

^{1,2,3} Kostroma State University, Kostroma, Russia

⁴ Company Tantsmaster, Kostroma, Russia

METHOD FOR PLACING SHOES PARTS TEMPLATES FOR THE ARK 1500 CUTTING COMPLEX WITH ASSESSMENT OF THE PERCENTAGE OF MATERIAL AREA USE

Abstract. This article discusses the method of placing templates for shoe parts for the ARK 1500 cutting complex. The technique was developed to automate the operation of the ARK 1500 cutting complex and increase the percentage of use of the material being cut. The object of study in this article is the placement of shoe parts templates on a sheet of material. The subject of the research is methods for rational placement of templates and increasing the percentage of material used. The developed methodology is implemented in the form of a computer program. The article provides an example of using the technique of placing templates on part templates used in production.

Keywords: cutting complex, templates, material utilization rate, waste, inter-template waste, edge waste, inter-template bridges, methodology, automation

For citation: Tarasov S. D., Staroverov B. A., Lapshin V. V., Levykin M. P. Method for placing shoes parts templates for the ark 1500 cutting complex with assessment of the percentage of material area use. *Technologies & Quality*. 2024. No 2(64). P. 13–17. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-13-17>.

Развитие технологий легкой промышленности, реализующих концепцию бережливого производства, является актуальной и приоритетной задачей. Для операции раскроя кожи и других материалов в обувной промышленности концепция бережливого производства предполагает минимизацию отходов листа материала при раскрое деталей [1, 2].

Величина отходов при раскрое деталей связана с процентом использования площади материала:

$$P = 100 - \sum O, \quad (1)$$

где P – процент использования площади материала;

$\sum O$ – суммарный процент отходов [3, с. 9; 4, с. 92].

Процент использования площади материала при раскрое деталей обуви является основным показателем рациональности размещения шаблонов. Процент использования площади материала вычисляется по формулам (2) и (3).

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{A}, \quad (2)$$

$$P = 100\% \cdot K, \quad (3)$$

где K – коэффициент использования материала;

$\sum_{i=1}^n a_i$ – чистая площадь всех выкраиваемых шаблонов (деталей);

A – площадь раскраиваемого материала.

Показатель P характеризует также экономичность использования материала.

Увеличение коэффициента использования материала (КИ) осуществляется путем наиболее плотной раскладки шаблонов деталей на листе кожи. Размещение шаблонов производится вручную или с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР).

В настоящее время существуют САПР оптимального размещения шаблонов, однако они имеют узкую специализацию, не интегрируются с системами управления раскройных станков, а также выпускаются иностранными производителями. Последнее обстоятельство в условиях санкций делает такие системы ненадежным элементом производства и тормозит развитие технологического суверенитета России. В рамках импортозамещения на костромском предприятии «Ганцмастер» М. П. Левыкина разработан раскройный комплекс АРК 1500. Общая схема и общий вид раскройного комплекса АРК 1500 показаны на рис. 1.

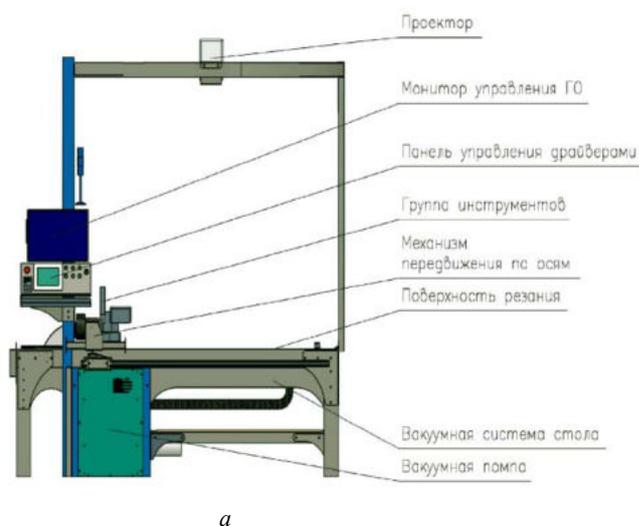


Рис. 1. Раскройный комплекс АРК 1500:

a – общая схема раскройного комплекса; *б* – раскройный комплекс в учебной лаборатории [1]

На данный момент аппаратная часть комплекса является полностью разработанной, однако автоматизированная система управления раскройного ножа отсутствует.

С целью увеличения КИ при раскрое деталей обуви, модернизации системы управления раскройным комплексом APK 1500 разработана методика размещения шаблонов деталей. Методика реализована в виде программы для ЭВМ [5].

На первом этапе производится загрузка шаблонов деталей обуви в разработанную программу. Шаблоны деталей располагаются в файлах формата CUT. Данный файл является инструкцией для исполнительного механизма, которым может быть нож раскройного комплекса. Внутреннее строение файла формата CUT, который содержит информацию об одной из деталей обуви, показано на рис. 2.

Координаты контура шаблона детали начинаются после команды SP1 и заканчиваются после команды SP0. Следует отметить, что координаты контура шаблона выражены в условных единицах. В 1 мм контура шаблона детали содержится 40 условных единиц. При считывании координат значения необходимо делить на 40. После чтения координат контуров шаблонов деталей производится их первичное размещение

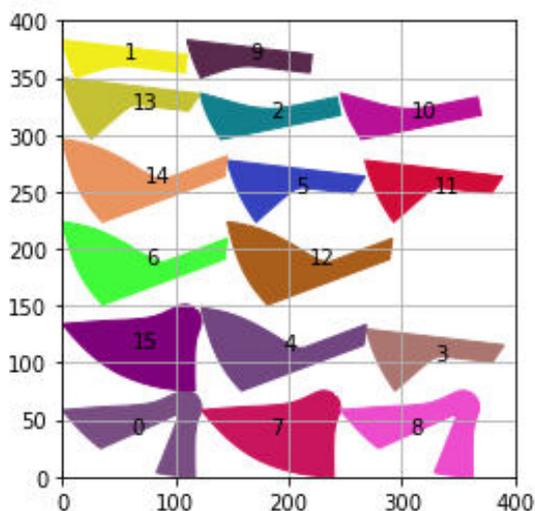


Рис. 3. Первичное размещение шаблонов деталей

Для большего уплотнения можно поворачивать парные шаблоны деталей на 180° друг относительно друга. Однако менять угол поворота шаблонов можно не всегда. Это обусловлено требованиями к механическим свойствам деталей [6, 7].

Кроме варианта размещения, представленного на рис. 4, методика позволяет реализовать размещение, основанное на прямолиней-

методом расстановки шаблонов в столбцы. Результат такой операции представлен на рис. 3.

Размещение шаблонов, представленное на рис. 3, не рационально; его необходимо уплотнить. Результат уплотнения показан на рис. 4.

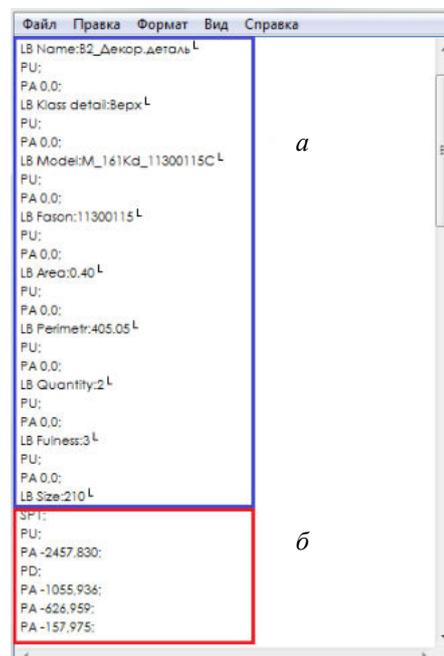


Рис. 2. Строение файла CUT:
а – информация о детали обуви;
б – координаты контура шаблона детали

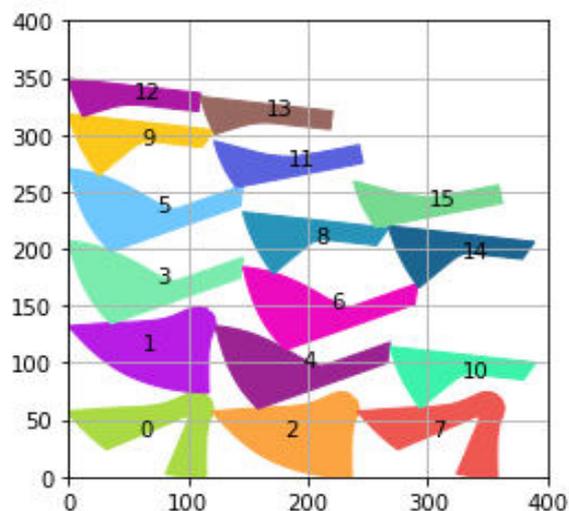


Рис. 4. Уплотненное размещение шаблонов деталей

но-поступательной системе. Прямолинейно-поступательная система имеет ряд преимуществ по сравнению с размещением шаблонов методом расстановки шаблонов в столбцы. Преимущества заключаются в большем числе вариантов размещения шаблонов и возможности производить оценку величины отходов. Размещение шаблонов по прямолинейно-поступательной системе представлено на рис. 5.

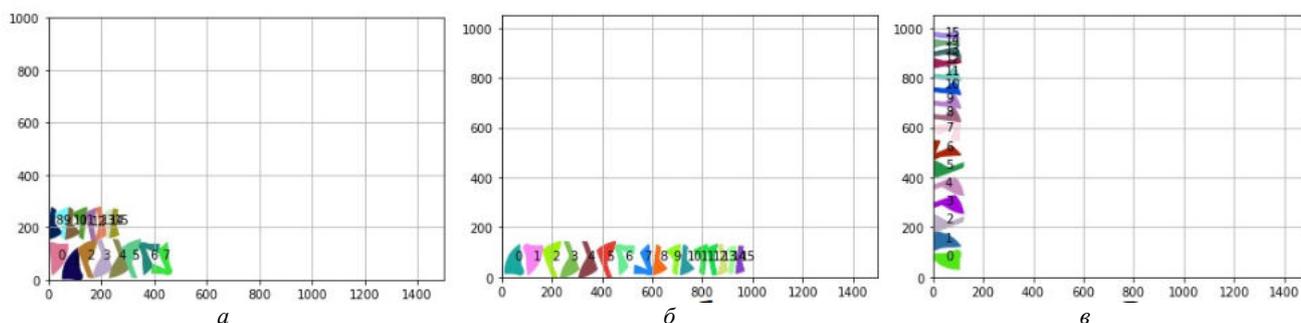


Рис. 5. Размещение шаблонов деталей обуви по прямолинейно-поступательной системе:

- a* – размещение шаблонов в два ряда;
б – размещение шаблонов вдоль нижнего края раскройного стола;
в – размещение шаблонов вдоль левого края раскроя раскройного стола

Оценка величины процента использования площади материала в общем случае производится по формулам (2), (3). В обувной промышленности для оценки применяется эмпирическая формула

$$P = \frac{M n_{\text{ш}} n_{\text{д}}}{HL} 100 \%, \quad (4)$$

где M – чистая площадь деталей;

$n_{\text{ш}}$, $n_{\text{д}}$ – количество деталей по ширине и длине размещения;

H , L – ширина и длина настила [4, с. 93].

Согласно формуле (4) были получены оценки процента площади материала для различных вариантов размещения. Оценки данной величины для представленных вариантов приведены в таблице.

По результатам оценки можно сделать вывод, что наиболее экономичное использование материала при раскрое деталей будет при размещении шаблонов, представленных на рис. 5, *б*, *в*. Однако такое размещение шаблонов возможно не всегда.

Оценка для вариантов размещения на рис. 5 может быть произведена по отдельной методике [3, с. 4–12], применимой к размещениям по пря-

молинейно-поступательной системе. Согласно данной методике, величина процента использования материала составляет 74,3 % для рис. 5, *а*, 76,8 % для рис. 5, *б* и рис. 5, *в*.

Т а б л и ц а

Процент использования площади материала

Вариант размещения шаблонов	Использование площади материала, %
Рис. 3	34,5
Рис. 4	46,7
Рис. 5, <i>а</i>	54,2
Рис. 5, <i>б</i>	60,8
Рис. 5, <i>в</i>	60,8

Кроме уменьшения отходов, технология раскроя кожи также требует наличия межшаблонных мостиков между деталями. Построение межшаблонных мостиков показано на рис. 6.

После размещения шаблонов деталей они могут быть записаны в файл формата CUT и использоваться для работы раскройного комплекса.

ВЫВОДЫ

Разработанная методика позволяет снизить количество отходов при работе раскройного комплекса и предполагается к внедрению в систему управления данным комплексом.

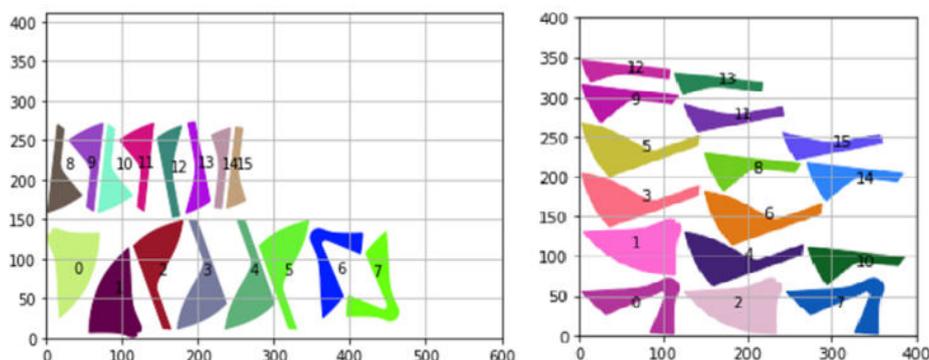


Рис. 6. Размещение шаблонов деталей с межшаблонными мостиками

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Разработка конкурентоспособного автоматизированного раскройного комплекса материалов / В. В. Лапшин, М. П. Левыкин, Б. А. Староверов, А. А. Кузнецов // Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2023) : материалы докладов Междунар. науч.-техн. конф. Витебск, 2023. С. 44–48.
2. Использование современных технологий раскроя материалов в рамках импортозамещения / А. А. Кузнецов, В. В. Лапшин, М. П. Левыкин, А. Ш. Иргашева // Научные исследования и разработки в области дизайна и технологий : сборник трудов Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием (23–24 марта 2023 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. С. 196–198.
3. Фурашова С. Л., Милюшкова Ю. В. Технология раскроя и основы рационального использования материалов : лабораторный практикум. Витебск : ВГТУ, 2020. 100 с.
4. Иванов Н. Н., Лиокумович Х. Х. Технология обуви : учебник для сред. учеб. заведений легкой пром-сти. М. : Легкая индустрия, 1970. 408 с.
5. Тарасов С. Д., Староверов Б. А. Разработка системы автоматизированного проектирования оптимального раскроя материала в среде разработки PYTHON // Цифровые технологии в производстве : материалы Всерос. науч.-техн. конф. (Кострома, 21 декабря 2023 г.). Кострома : Костром. гос. ун-т, 2023. С. 33–37.
6. Фукин В. А., Калита А. Н. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1. Гл. 1. Введение в технологию изделий из кожи // Обработка кожи и меха : электрон. энциклопедия. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st002.shtml> (дата обращения: 08.04.2024).
7. Фукин В. А., Калита А. Н. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1. Гл. 2. Размещение шаблонов при раскрое материалов, нормирование их использования и расхода // Обработка кожи и меха : электрон. энциклопедия. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st005.shtml> (дата обращения: 19.04.2024).

REFERENCES

1. Lapshin V. V., Levykin M. P., Staroverov B. A., Kuznecov A. A. Development of a competitive automated cutting complex for materials. *Innovacii v tekstile, odezhdе, obuvi (ICTAI-2023)*. [Innovations in textiles, clothing, footwear (ICTAI-2023)]. Vitebsk, 2023. P. 44–48. (In Russ.)
2. Kuznecov A. A., Lapshin V. V., Levykin M. P., Irgasheva A. Sh. Use of modern technologies for cutting materials as part of import substitution. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki v oblasti dizajna i tekhnologii* [Scientific research and development in the field of design and technology]. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. P. 196–198. (In Russ.)
3. Furashova S. L., Milyushkova Yu. V. Cutting technology and the basics of rational use of materials. Vitebsk, Vitebsk. St. Tekh. Univ. Publ., 2020. 100 p. (In Russ.)
4. Ivanov N. N., Liokumovich Kh. Kh. Shoe technology. Moscow, Legkaya industry Publ., 1970. 408 p. (In Russ.)
5. Tarasov S. D., Staroverov B. A. Development of a computer-aided design system for optimal material cutting in the python development environment. *Cifrovye tehnologii v proizvodstve* [Digital technologies in production]. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2023. P. 33–37. (In Russ.)
6. Fukin V. A., Kalita A. N. Technology of leather products. Tsch. 1. Ch. 1. Introduction to the technology of leather products. Processing of leather and fur : electron. encyclopedia. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st002.shtml> (accessed 08.04.2024). (In Russ.)
7. Fukin V. A., Kalita A. N. Technology of leather products. Tsch. 1. Ch. 2. Placing templates when cutting materials, rationing their use and consumption. Processing of leather and fur : electron. encyclopedia. URL: <http://furlib.ru/books/item/f00/s00/z0000002/st005.shtml> (accessed 19.04.2024). (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 6.04.2024

Принята к публикации 24.05.2024

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научная статья³

УДК 677.017.7

EDN NTCIMJ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-18-22>

Татьяна Леонидовна Акиндинова¹

Вероника Владимировна Замышляева²

¹ Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний,
г. Вологда, Россия

² Костромской государственный университет, г. Кострома, Россия

¹ tat-akindinova25@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0863-8661>

² vverrona@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7242-7033>

ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БОРТОВЫХ ТКАНЕЙ ДЛЯ ФОРМЕННОГО ОБМУНДИРОВАНИЯ

Аннотация. В статье приводится технология выбора современных бортовых тканей, применяемых при изготовлении бортовой прокладки в парадной военной форме. Технология выбора основывается на результатах экспериментальных исследований показателей технологичности бортовых тканей при изгибе, которые дополняют стандартный показатель жесткости по утку комплексом характеристик, отражающих динамику одноцикловых испытаний. В качестве основных показателей технологичности бортовых тканей выделены упругость, работа изгиба и коэффициент устойчивости структуры, которые определяются по методике, реализуемой на автоматизированной системе. Полученные новые справочные сведения по широкому спектру показателей технологичности бортовых тканей рекомендуется использовать при цифровизации конфекционирования и совершенствования работы САПР. Предлагаемая технология выбора бортовых тканей для форменного обмундирования формализована в виде разработанного алгоритма, позволяющего изыскать бортовые ткани рациональной жесткости и высокой упругости.

Ключевые слова: парадное военное обмундирование, бортовая прокладка, бортовые ткани, показатели технологичности, процесс изгиба, алгоритм выбора, жесткость

Для цитирования: Акиндинова Т. Л., Замышляева В. В. Технология использования современных бортовых тканей для форменного обмундирования // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 18–22. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-18-22>.

Original article

Tatyana L. Akindinova¹

Veronika V. Zamyshlyeva²

¹ Vologda Institute of Law and Economics of the Federal Penitentiary Service, Vologda, Russia

² Kostroma State University, Kostroma, Russia

TECHNOLOGIE FOR THE USE OF MODERN STIFFENING FABRICS FOR UNIFORMS

Abstract. The article presents the technology of choosing modern stiffening fabrics used in the manufacture of stiffening gasket in the ceremonial military uniform. The selection technology is based on the results of experimental studies of the manufacturability of stiffening fabrics during bending, which complement the standard weft stiffness index with a set of characteristics reflecting the dynamics of single-cycle tests. Elasticity, bending work, and the coefficient of stability of the structure, which are determined by the methodology implemented on an automated system, are highlighted as the main indicators of the manufacturability of

© Акиндинова Т. Л., Замышляева В. В., 2024

stiffening fabrics. The new reference information obtained on a wide range of indicators of the manufacturability of stiffening fabrics is recommended for use in digitalization of confection and improvement of CAD operation. The proposed technology for selecting side fabrics for uniforms is formalized in the form of a developed algorithm that allows you to find side fabrics of rational hardness and high elasticity.

Keywords: ceremonial military uniforms, stiffening gasket, stiffening fabrics, performance indicators, bending process, selection algorithm, stiffness

For citation: Akindinova T. L., Zamyshlyayeva V. V. Technologie for the use of modern stiffening fabrics for uniforms. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 18–22. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-18-22>.

Важным атрибутом, определяющим престиж военной службы, является парадное форменное обмундирование. К военному обмундированию Министерство обороны Российской Федерации предъявляет ряд требований, которым должна соответствовать одежда, чтобы обеспечить возможность ее использования по назначению в течение определенного времени [1].

Для парадного форменного обмундирования на первый план выходят эстетические требования, среди которых наиболее важным является конструкция изделия, обеспечивающая комфорт, удобство пользования и сохранение внешнего вида изделия.

Каркас воротниковой, плечевой зоны и области груди форменного кителя формируется при изготовлении и сохраняется при эксплуатации во многом благодаря применению бортовой прокладки. Технологичность материалов бортовой прокладки определяет их способность к переработке в качественные изделия на всех стадиях процесса производства одежды. Существующие стандартные методы позволяют оценивать технологичность бортовых тканей материалов по изменению линейных размеров и жесткости при изгибе.

В качестве объектов исследования для сравнительной оценки технологических свойств выбраны бортовые ткани с поверхностной плотностью от 170 до 210 г/м² и разным волокнистым составом.

Проведенные комплексные исследования свойств современных бортовых тканей по стандартным методикам показали, что они малоусадочные (усадка менее 1,5 %). Выявленная большая анизотропия жесткости при изгибе, обусловленная разнообразным волокнистым составом, затрудняет прогнозирование качества швейных изделий специального назначения на стадии их проектирования [2]. Стандартный показатель жесткости P , сН является недостаточно чувствительным при оценке сопротивления тканей изгибу и не отражает физической сущности протекающего процесса деформации. Поэтому была разработана технология оценки техно-

логичности бортовых тканей, которая включает комплексный анализ характеристик строения и экспериментальные исследования по усовершенствованной методике.

В основу методики определения показателей технологичности положен стандартный метод определения жесткости на изгиб прямоугольной пробы, согнутой в виде кольца на 1/3 диаметра. Методика реализуется на автоматизированной системе [3], работающей со специальной программой, которая кроме цифровой базы данных дает возможность делать графическую запись процесса изгиба и восстановления после него (рис. 1).

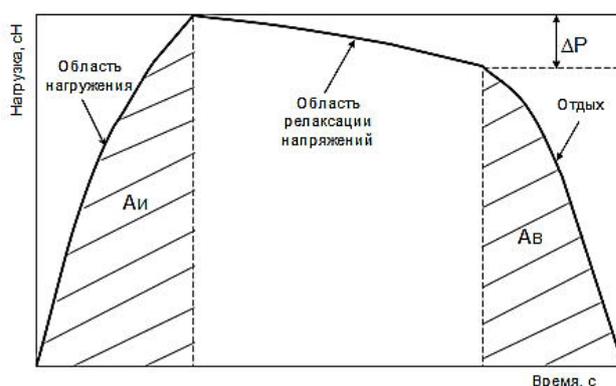


Рис. 1. Графическая запись процесса изгиба и восстановления после него

Усовершенствованная методика предлагает новые для бортовых тканей показатели технологичности (упругость U , %, работа изгиба A_i , мкДж; работа восстановления A_v , мкДж; релаксация усилия ΔP , сН; разность работ ΔA , мкДж; коэффициент устойчивости структуры K_u , %), дополняющие стандартную характеристику жесткости при изгибе P , сН, отражающие динамику одноцикловых испытаний и позволяющие научно обоснованно осуществлять конфекционирование бортовых тканей для швейных изделий форменного обмундирования. Объективность оценки предложенных показателей технологичности обуславливается наличием физического смысла и более высокой чувствительностью в сравнении со стандартной.

Упругость – способность материала восстанавливать форму после снятия нагрузки и отдыха.

Работа изгиба – количество энергии, необходимое для сгибания материала. Чем выше значение работы изгиба, тем материал устойчивее к изгибу. Работа изгиба, в сравнении с жесткостью на изгиб, более объективно характеризует способность материала противостоять деформации.

Работа восстановления – энергия, затрачиваемая на восстановление материала в процессе отдыха, характеризует способность бортовых тканей восстанавливать исходную форму после снятия деформации.

Релаксация усилия – изменение усилия во времени, которое характеризует способность материала сопротивляться изгибающей нагрузке.

Чем меньше эта величина, тем более активно материал сопротивляется деформированию.

Основными показателями качества, которые обеспечивают стабильность формы швейного изделия, являются *разность работ*, затраченных на изгиб и на восстановление в процессе отдыха, и *коэффициент устойчивости структуры*, определяемый процентным отношением работы восстановления к работе изгиба. Чем ближе значение коэффициента устойчивости структуры к 100 % и меньше разность работ, тем выше устойчивость формы бортовых тканей и бортовых прокладок.

Исследованиями установлено, что показатели технологичности современных бортовых тканей изменяются в широком диапазоне (рис. 2), что обуславливает необходимость экспериментальной оценки этих показателей для применяемого ассортимента тканей.

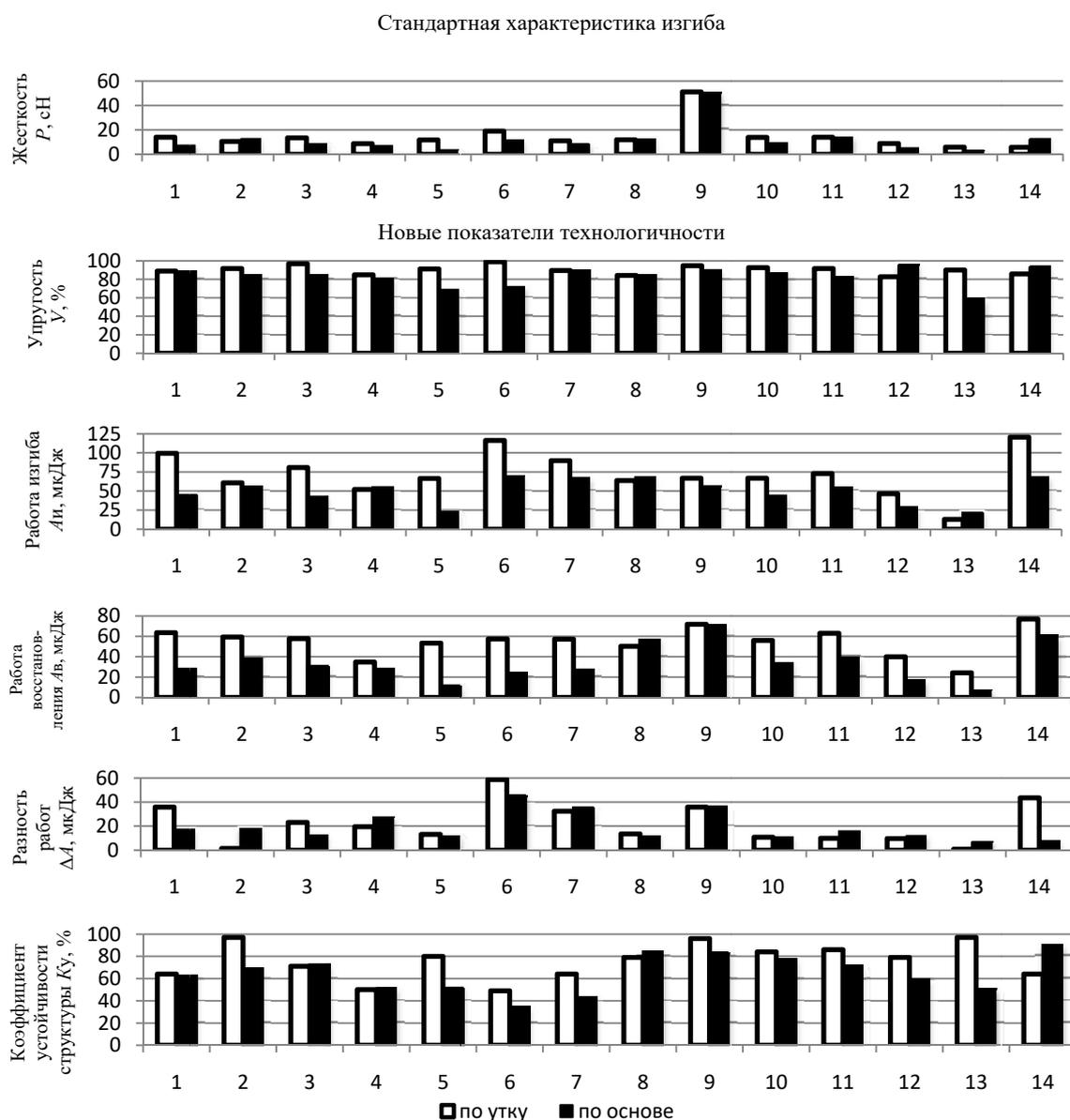


Рис. 2. Характеристики изгиба современных бортовых тканей

На рис. 2 использованы следующие обозначения бортовых тканей:

- 1 – арт. F9012N, $M_s = 185 \text{ г/м}^2$ (Хл – 33 %, ЖВ – 33 %, ПЭ – 34 %);
- 2 – арт. CS906A, $M_s = 170 \text{ г/м}^2$ (Хл – 44 %, ЖВ – 25 %, ПЭ – 31 %);
- 3 – арт. BH911, $M_s = 190 \text{ г/м}^2$ (Хл – 42 %, ЖВ – 23 %, ПЭ – 23 %, ВВ – 12 %);
- 4 – арт. CS900S, $M_s = 160 \text{ г/м}^2$ (Хл – 3 %, ЖВ – 33 %, ПЭ – 64 %);
- 5 – арт. BH231, $M_s = 196 \text{ г/м}^2$ (Хл – 27 %, ЖВ – 36 %, ПЭ – 10 %, ВВ – 27 %);
- 6 – арт. 215091, $M_s = 190 \text{ г/м}^2$ (Хл – 35 %, ЖВ – 20 %, ПЭ – 45 %);
- 7 – арт. 274473, $M_s = 185 \text{ г/м}^2$ (ЖВ – 32 %, ПЭ – 68 %);
- 8 – арт. 215090, $M_s = 170 \text{ г/м}^2$ (Хл – 23 %, ЖВ – 33 %, ПЭ – 32 %, ВВ – 12 %);
- 9 – арт. SD13, $M_s = 170 \text{ г/м}^2$ (ПЭ – 100 %);
- 10 – арт. СТ139, $M_s = 200 \text{ г/м}^2$ (Хл – 2 %, ЖВ – 24 %, ПЭ – 48 %, ВВ – 26 %);
- 11 – арт. СТ400, $M_s = 192 \text{ г/м}^2$ (ЖВ – 35 %, ПЭ – 65 %);
- 12 – арт. DB9308, $M_s = 200 \text{ г/м}^2$ (Хл – 2 %, ЖВ – 24 %, ПЭ – 48 %, ВВ – 26 %);
- 13 – арт. WO543C, $M_s = 205 \text{ г/м}^2$ (Хл – 13 %, ЖВ – 23 %, ЖВ – 46 %, ВВ – 18 %);
- 14 – арт. СТ119, $M_s = 185 \text{ г/м}^2$ (Хл – 16 %, ЖВ – 40 %, ВВ – 20 %).

Примечание. Хл – хлопковое волокно, ЖВ – животный волос, ПЭ – полиэфирное волокно, ВВ – вискозное волокно.

Все исследуемые бортовые ткани обладают высокими показателями упругости (от 60 до 99 %) и коэффициентов устойчивости структуры (от 50 до 97 %). Ассортимент бортовых тканей представлен всеми тремя группами жесткости для уточного направления. В направлении основы жесткость тканей существенно различается: большинство бортовых тканей относится к II группе, жесткость синтетической ткани значительно превышает границу III группы жесткости.

Проведенные исследования позволили получить новые справочные сведения по показателям технологичности бортовых тканей, которые рекомендуется использовать при цифровизации конфекционирования и совершенствовании работы САПР «Одежда», что соответствует тенденциям развития и повышения качества военного обмундирования и внедрения но-

вейших технологий на предприятиях отечественной легкой промышленности [4].

На основании комплексных исследований выявлены основные показатели технологичности, на которые рекомендовано ориентироваться при конфекционировании современных бортовых тканей для изготовления форменного обмундирования.

Алгоритм рационального выбора бортовых тканей для бортовой прокладки включает два этапа: на первом этапе выбирают ткань по требуемой жесткости, на втором анализируют новые показатели технологичности и выбирают ткань с более высокими упругими свойствами (рис. 3). При отсутствии автоматизированных систем рекомендуется использовать сформированную базу справочных данных по характеристикам технологичности.

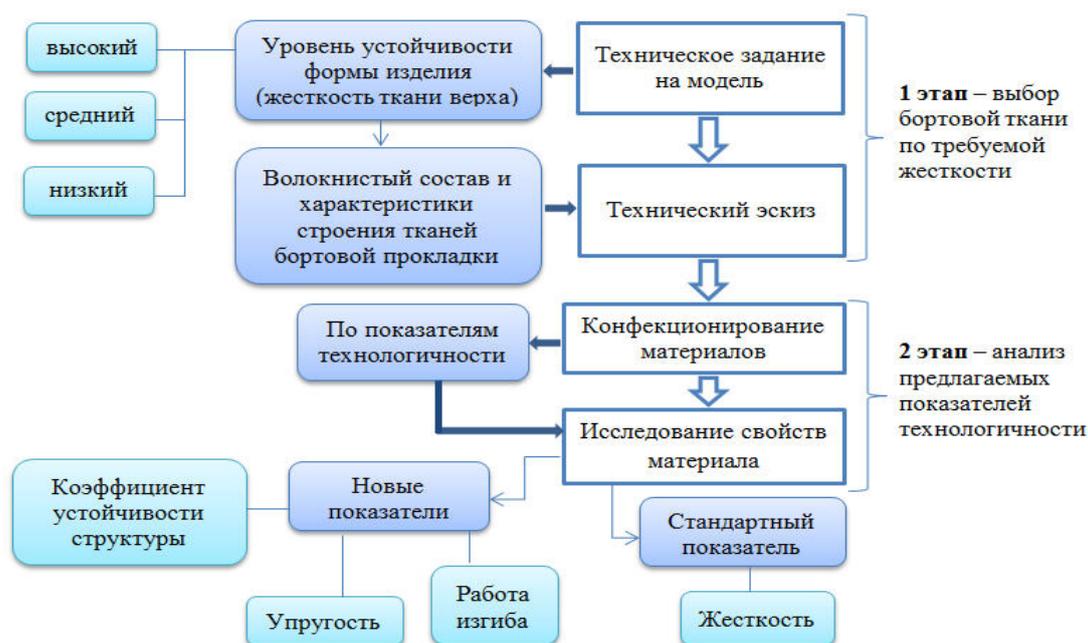


Рис. 3. Алгоритм конфекционирования бортовых тканей

Технологическая особенность использования современных бортовых тканей – возможность выбора тканей рациональной жесткости и высокой упругости – обусловлена широким диапазоном показателей технологичности.

Предложенная методика отражает особенность технологии использования современ-

ных бортовых тканей для форменного обмундирования, так как позволяет повысить информативность и точность измерений показателей технологичности, благодаря их цифровому формату и графическому представлению, и объективно судить о качестве выбираемых материалов и проектируемых швейных изделий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Родичкина Е. Н., Зарецкая Г. П. Формирование перечня требований к одежде для военнослужащих // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2015. № 4-2. С. 163–166.
2. Замышляева В. В., Акиндинова Т. Л. Экспериментальные исследования характеристик изгиба для конфекционирования современных бортовых тканей // Технологии и качество. 2021. № 2(52). С. 33–37.
3. Лапшин В. В., Смирнова Н. А. Автоматизированный измерительный комплекс как реализация концепции цифровизации в легкой промышленности : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2019. 107 с.
4. Концепция развития и совершенствования системы ресурсного (материального) обеспечения Вооруженных Сил Российской Федерации на период до 2030 года и последующие пять лет (проект). – СПб. : НИИ ВАМТО, 2015.

REFERENCES

1. Rodichkina E. N., Zaretskaya G. P. Formation of a list of requirements for clothing for military personnel*. *Novaya nauka: Opyt, tradicii, innovacii* [New Science: Experience, traditions, innovations*]. 2015;4-2:163–166. (In Russ.)
2. Zamishlyaeva V. V., Akindinova T. L. Experimental studies of bending characteristics for selection of modern of stiffening fabrics. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2021;2(52):33–37. (In Russ.)
3. Lapshin V. V., Smirnova N. A. Automated measuring complex as the implementation of the concept of digitalization in light industry*. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2019. 107 p. (In Russ.)
4. The concept of development and improvement of the system of resource (material) support of the Armed Forces of the Russian Federation for the period up to 2030 and the next five years (draft)*. St. Petersburg, VAMTO Research Institute, 2015. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 30.03.2024
Принята к публикации 24.05.2024

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

ДИЗАЙН

Научная статья

УДК 666.29 : 739.2

EDN KLRTOQ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-23-32>

Татьяна Викторовна Лебедева¹

Сергей Ильич Галанин²

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

¹ letavi44@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7744-4193>

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

ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОМОЗАИКИ ИЗ ЭМАЛЕВОЙ ЗЕРНИ

Аннотация. В работе исследована возможность создания микромозаики с помощью зерни из горячих эмалей. Эмалевая зернь изготавливается из кусочков дробленых горячих эмалей, приобретающих сферическую форму в процессе обжига в муфельной печи. Мозаичное изображение формируется путем плотного выкладывания на металлическую основу с нанесенным клеевым слоем сферической эмалевой зерни одинакового или различного диаметра в интервале 0,4...5 мм в соответствии с художественным замыслом. Эмалевая зернь обладает широкой цветовой палитрой, красивым блеском, твердостью, долговечностью и другими преимуществами, характерными для горячих эмалей. Все это делает эмалевую зернь очень перспективным материалом для выполнения мозаичных работ. С ее помощью можно формировать разнообразные по тематике и колористике рельефные узоры, изображения, орнаменты, обладающие яркой художественной выразительностью. Способ позволяет расширить возможности декоративного эмалирования и ассортимент ювелирно-художественной продукции.

Ключевые слова: горячая эмаль, эмалевая зернь, микромозаика, мозаичное изображение, орнамент, фактура, ювелирно-художественные изделия

Для цитирования: Лебедева Т. В., Галанин С. И. Формирование микромозаики из эмалевой зерни // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 23–32. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-23-32>.

Tatiana V. Lebedeva¹

Sergey I. Galanin²

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

FORMATION OF MICROMOSAICS FROM ENAMEL GRAINS

Abstract. The paper investigates the possibility of creating micromosaics using grains from hot enamels. Enamel grain is made from pieces of crushed hot enamels that acquire a spherical shape during firing in a muffle furnace. The mosaic image is formed by densely laying out on a metal base with an adhesive layer of spherical enamel grains of the same or different diameters in the range of 0,4–5 mm in accordance with the artistic idea. Enamel grain has a wide color palette, beautiful luster, hardness, durability and other advantages characteristic of hot enamels. All this makes enamel grain a very promising material for mosaic work. With its help, it is possible to form relief patterns, images, ornaments with a bright artistic expressiveness that are diverse in subject matter and coloristics. The method allows you to expand the possibilities of decorative enameling and the range of jewelry and art products.

Keywords: hot enamel, enamel grain, micromosaic, mosaic image, ornament, texture, jewelry and art products

For citation: Lebedeva T. V., Galanin S. I. Formation of micromosaics from enamel grains. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 23–32. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-23-32>.

Одной из традиционных и в то же время перспективных технологий, позволяющей создавать уникальные украшения, является художественное горячее эмалирование. Оно обладает широчайшим потенциалом благодаря большому разнообразию декоративных способов, приемов и техник эмалирования [1–6]. В данной работе предлагается использование горячей эмали для формирования изображений с помощью эмалевой зерни в технике микромозаики.

Мозаика (от лат. *musivum* – произведение, посвященное музам) – это техника создания художественных изображений или декоративных орнаментов на различных поверхностях путем крепления к основе большого количества мелких кусочков твердых материалов, называемых **тессерами** [7].

Микромозаика в отличие от просто мозаики – прерогатива ювелирного искусства. Эти миниатюрные полотна, созданные из крошечных деталей, чрезвычайно трудоемки и требуют кропотливого труда. Для создания небольшой детализированной картинке используются тысячи деталей [8].

Известны способы создания микромозаичных изображений с помощью элементов, изготовленных из природных материалов (поделочные камни, стекло, смальта, керамика и др.), закрепляемых с помощью связующего вещества на твердом основании. Это флорентийская,

римская и венецианская микромозаики. Например, при изготовлении флорентийской мозаики в качестве основы обычно используется черный мрамор, поэтому фон практически у всех изделий, выполненных в этой технике, черный. При изготовлении римской и венецианской мозаики в качестве основы используется металл. Элементы микромозаики могут быть разными по форме и по размеру, состыкованы с различной степенью плотности (рис. 1).

На сегодняшний день изделия в технике микромозаики производят различные ювелирные компании. Например, мастера ювелирной компании SICIS придали микромозаике современное «звучание». Каждое украшение SICIS с применением микромозаики – это не просто изделие в золоте с драгоценными камнями, а произведение искусства невероятного мастерства (рис. 2) [9, 10].

Также существует не менее известная компания Le Sibille, которая с гордостью отстаивает почти исчезнувшее искусство микромозаики. Каждый ювелирный шедевр от Le Sibille сделан вручную с использованием крохотных кусочков смальты (рис. 3). Основываясь на традициях прошлого, их коллекция *Micromosaico* наполнена замечательными произведениями, которые придают новую актуальность этому многовековому виду искусства [11].



Флорентийская
микромозаика



Римская
микромозаика



Венецианская
микромозаика

Рис. 1. Виды итальянской микромозаики



Рис. 2. Украшения компании SICIS



Рис. 3. Коллекция украшений компании Le Sibille

Знаменитый итальянский модный дом Dolce & Gabbana в 2014 году представил коллекцию (рис. 4) с использованием элементов итальянской микромозаики [12]. В современном ювелирном искусстве используется широкий ряд материалов для создания изделий в этой технике. Например, в гарнитуре «Абстракция» (рис. 5) для тессеров использованы коралл, гелиотис, белый перламутр, фон мозаики залит холодной эмалью. В подвеске на рис. 6 кусочки мозаики выполнены из бирюзы.

В настоящее время существует широкий ассортимент ювелирно-художественной и би-

жутерной продукции с мозаичными технологиями декорирования (рис. 7–9).

Таким образом, техника микромозаики из различных материалов обладает широким потенциалом для декорирования ювелирно-художественных изделий. Эмалевая зернь из горячих эмалей, предлагаемая в данной работе для формирования мозаичных изображений, обладает широкой цветовой палитрой, красивым блеском, твердостью, долговечностью и другими преимуществами, характерными для горячих эмалей. Все это делает эмалевую зернь перспективным материалом для выполнения мозаичных работ.



Рис. 4. Аксессуар Dolce & Gabbana 2014 г. с использованием микромозаики



Рис. 5. Гарнитур «Абстракция», магазин «Amelie»



Рис. 6. Подвеска с бирюзой, магазин «Мир Самоцветов»



Рис. 7. Кольцо с кристаллами Swarovski



Рис. 8. Подвеска с мозаикой из серебра



Рис. 9. Подвески с мозаикой из дерева

Таким образом, представляется актуальным проведение экспериментальных исследований с целью решения следующих задач:

- совершенствование технологического процесса получения эмалевой зерни идеальной

сферической формы для последующих мозаичных работ;

- разработка практических рекомендаций для создания изображений с помощью эмалевой зерни в технике микромозаика.

Используемые материалы, оборудование и инструменты. Для проведения эксперимента использовались образцы, изготовленные из листовой меди марки М1 толщиной 1 мм с припаянными проволочными перегородками.

Также применялись покупные металлические основы. Для получения зерни использовались прозрачные и непрозрачные эмали Дулевского красочного завода (ДКЗ). Сведения об исследуемых эмалях представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристики используемых эмалей

Цвет	Маркировка производителя	$T_{пл}, ^\circ\text{C}$
<i>Непрозрачные эмали</i>		
Красный	№ 135	790...810
Оранжевый	№ 131	
Белый	№ 12	
Желтый	№ 22	
Синий	№ 91	
Бирюзовый	№ 85	
Зеленый	№ 97	
Темно-зеленый	№ 100	
<i>Прозрачные эмали</i>		
Рубиновый	№ 3	790...810
Оранжевый	№ 133	
Голубой	№ 41	
Фиолетовый	№ 19	
Темно-зеленый	№ 101	

Для выкладки микро мозаики использовался универсальный эпоксидный двухкомпонентный клей Ultima, который подходит для склеивания металла, фарфора, керамики, стекла и т. д. Перед нанесением клея поверхность обезжиривалась техническим спиртом.

При экспериментах использовалось следующее оборудование, инструменты и приспособления:

- молоток с широким бойком и наковальня;
- плотная ткань;
- муфельная печь;
- подставка для обжига;
- асбестовый лист;
- длинный пинцет для обжига;
- жарозащитные рукавицы;
- набор сит для сортировки эмалевой зерни по диаметру;
- оборудование и инструменты для приготовления и нанесения клеевого состава (высокоточные электронные весы, небольшая пластиковая емкость, шпатели, кисть);
- пинцет с узкими губками для работы с зернью;
- ювелирный инструмент.

Методика эксперимента. Создание микро мозаики из эмалевой зерни – достаточно длительный и кропотливый процесс. Сначала эмаль определенного цвета и прозрачности раскалывается на мелкие кусочки, выкладывается на подложку и подвергается высокотемпературной обработке до достижения кусочками сферической формы. Затем зернь разделяется на фракции в соответствии с диаметром. Для формирования мозаичного изображения могут использоваться элементы сферической формы одинакового или разного диаметра в интервале 0,4...5 мм. С помощью эмалевой зерни можно создавать разнообразные изображения и мотивы, орнаментальные композиции, абстрактные сюжеты и т. п.

Получение эмалевой зерни. Для создания зерни подходят эмали, находящиеся в кусковой форме (рис. 10, а), которые помещаются в плотную ткань и дробятся ударами молотка до нужного размера (см. рис. 10, б) [13–16]. Для получения эмалевой зерни (см. рис. 10, в) подходят кусочки эмали, имеющие непродолговатую, неплюскую форму.



Рис. 10. Этапы изготовления эмалевой зерни

Полученные кусочки эмали выкладываются на подложку и помещаются в муфельную печь, разогретую до 850 °С. В качестве подложки для формирования зерни рекомендуется использовать ячеистый асбестовый картон с небольшими углублениями, которые помогают зернинке зафиксироваться на месте и не скатиться при выгрузке из муфельной печи (рис. 11).

Для создания зерни правильной сферической формы (рис. 12) важно учитывать темпе-



Рис. 11. Получение зерни на ячеистом асбестовом картоне



Рис. 12. Готовая эмалевая зернь



Рис. 13. Зернь в форме кабошона

Подготовка металлической основы.

На образцы из листовой меди толщиной 1 мм напаявались перегородки из прокатанной проволоки в соответствии с художественным замыслом. После пайки образцы отбеливались в 15%-ном растворе лимонной кислоты, промывались и высушивались. Далее образцы опиливались по контуру, шлифовались и полировались. Полировку поверхности под клеевой слой можно не осуществлять, так как клей лучше сцепляется с шероховатой поверхностью.

Разделение зерни на фракции. Перед выкладкой мозаики зернь разделялась на фракции в соответствии с диаметром. Сортировку зерни по диаметру удобно осуществлять с помощью набора сит с ячейками разной величины в интервале 0,45...5,05 мм [17]. Сортировка облегчает процесс отбора зерни необходимого диаметра для успешного создания мозаичных изображений.

Подготовка и нанесение клея. Связующее вещество, используемое для фиксации эмалевых шариков, должно иметь высокую вязкость и низкую скорость затвердевания [17], для чего с успехом можно использовать универсальный двухкомпонентный эпоксидный клей Ultima. Приготовление клеевого состава проводилось с использованием высокоточных электронных весов. В небольшой емкости смола и отвердитель смешивались в пропорции 10:1. Смесь тщательно перемешивалась до образования однородной массы медленными круговыми движениями во избежание образования пузырьков воздуха. Приготовленный клей пригоден

к использованию в течение 1,5...2 ч. Перед нанесением клея металлическая основа обезжиривалась с помощью технического спирта. Подготовленный состав наносился на медную основу и распределялся равномерным тонким слоем с помощью шпателя.

Выкладка микро мозаики осуществлялась методом прямого набора при помощи пинцета в соответствии с разработанным эскизом. Зернь необходимо выкладывать достаточно плотно (во избежание видимых пустот и просветов металлической основы), утапливая каждый элемент на глубину, равную 1/2 от его диаметра [17].

Затвердевание клея. Время полного затвердевания клея 24 ч при комнатной температуре. В данном случае длительный период отверждения приготовленного клея является преимуществом, так как выкладка микро мозаики – медленный и кропотливый процесс. Кроме того, сохраняется возможность редактирования мозаичного набора.

Результаты эксперимента. Результаты экспериментального создания микро мозаики из эмалевой зерни представлены в таблице 2.

Выводы по эксперименту. 1. Все исследуемые эмали как прозрачные, так и непрозрачные обладают способностью к зернеобразованию. При ярком свете зернь, полученная из кусочков прозрачной эмали, смотрится очень эффектно и обладает красивым свечением и блеском (рис. 14). Но на металлической основе зернь из прозрачной эмали выглядит не так эффектно и не способна полностью передать яркость цвета.

Кроме того, сквозь прозрачную зернь очень светлых оттенков может просвечивать медная основа, которая будет влиять на конечное колористическое восприятие получаемого изображения. Поэтому для формирования микромозаики

из эмаливой зерни на медной основе рекомендуется использовать глухие эмали яркого насыщенного цвета (рис. 15). При использовании зерни из прозрачной эмали лучше использовать металлические основы нейтральных цветов.

Т а б л и ц а 2

Результаты экспериментального создания микромозаики из эмаливой зерни

Разработанный эскиз	Металлическая основа для микромозаики	Образец с микромозаикой из эмаливой зерни
<p><i>Божья коровка</i></p> 		
<p><i>Пейзаж</i></p> 		
<p><i>Дерево</i></p> 		
<p><i>Дорожки</i></p> 		
<p><i>Космос</i></p> 		
<p><i>Инь-Ян</i></p> 		



Рис. 14. Зернь из прозрачной эмали

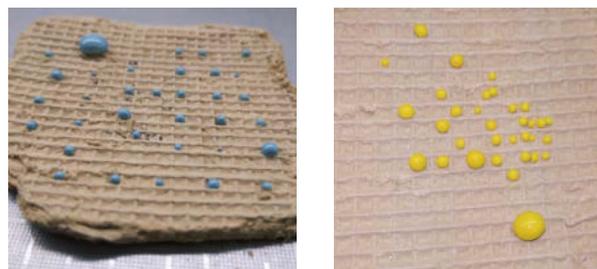


Рис. 15. Зернь из непрозрачной эмали

2. Для получения идеальной сферической зерни подходят кусочки эмали, форма которых приближается к кубу или равносторонней пирамиде [13–15], так как подобные кусочки намного быстрее принимают форму сферы, чем, например, плоские или продолговатые осколки. Кусочки неудачной формы могут использоваться для создания зерни, но получения сферической формы можно достичь только при повторном обжиге, что значительно замедляет процесс получения зерни (рис. 16). Также повторного обжига для формирования идеальной сферической формы иногда может потребоваться зернь крупного размера.



Рис. 16. Формирование зерни из кусочков эмали неудачной формы

3. Несмотря на близкие интервалы плавления эмалей, указанные производителем, зернь разного цвета и прозрачности требует различного времени обработки. Это напрямую зависит от показателя поверхностного натяжения различных эмалей. Например, непрозрачные эмали желтого и бирюзового цвета имеют небольшое поверхностное натяжение, что способствует быстрому оплавлению эмалевых кусочков. Держать их в печи следует не более 1 мин, иначе они растекутся и прилипнут к поверхности асбестовой подложки. Прозрачные красные и фиолетовые эмали оплавляются дольше, продолжительность их выдержки в муфельной печи



Рис. 17. Нечитаемое мозаичное изображение

не менее 1 мин 45 с. И даже с учетом этого времени иногда приходится делать повторный обжиг, так как при первом обжиге зернь получается несовершенной формы. Также при выкладке кусочков эмали на асбест рекомендуется сортировать их по размерам, так как более мелкие кусочки принимают сферическую форму примерно на 10...15 с быстрее, чем крупные.

4. В процессе создания микромозаики между зернью из-за ее сферической формы образуются промежутки, увеличивающиеся с ростом диаметра зерни. Эти промежутки значительно ухудшают эстетическое восприятие получаемого изображения. Для устранения подобных недостатков и получения более плотного изображения рекомендуется использовать зернь небольшого диаметра и окрашенные клеевые составы.

5. Для формирования качественного изображения с помощью эмалевой зерни целесообразно использовать металлические перегородки. Они позволяют получать более четкое и эстетичное изображение или орнамент и улучшают восприятие формируемой композиции. Формирование мозаичного изображения без металлических перегородок может привести к нечитаемому результату (рис. 17). В этом случае рекомендуется использовать разделяющие перегородки либо выкладывать изображение зернью более мелкого диаметра.

6. Для достижения четкости и детализации получаемого мозаичного изображения рекомендуется использовать зернь одинакового размера небольшого диаметра. Для формирования оригинального изображения с интересной фактурой в работе можно использовать зернь контрастных цветов разного диаметра (рис. 18).



Рис. 18. Формирование мозаичного изображения с тактильно и визуальным интересным эффектом

7. Дополнительно в эксперименте исследовалась термическая фиксация мозаичного изображения в муфельной печи и путем прогрева мозаичного набора снизу с помощью газовой горелки (табл. 3). Эксперимент показал, что термическая фиксация зерни происходит в обоих случаях. Однако результат обработки в муфельной печи выглядит неэстетично, зернинки оплавляются и сцепляются неравномерно. Фиксация с помощью газовой горелки показала более эстетичные результаты. Способ позволяет в определенной степени контролировать процесс, вовремя убирая пламя и не давая зернинкам оплавиться. Однако результат фиксации выглядит ненадежно, кроме того, некоторые зернинки потемнели. В любом случае данный технологический прием требует более серьезного исследования.

8. Клеевая фиксация эмалевой зерни при создании мозаичного изображения показала самые эстетичные и надежные результаты. После затвердевания слоя связующего вещества полу-

ченное мозаичное изображение при необходимости можно частично сошлифовать сверху и/или покрыть слоем прозрачной холодной двухкомпонентной или светоотверждаемой эмали [17]. В таблице 2 микромозаика с композицией «Инь-Ян» сверху покрыта слоем прозрачной холодной двухкомпонентной эмали. Данный прием дает дополнительную фиксацию эмалевой зерни, но скрывает фактурность, тактильный эффект. Кроме того, на эмалях темных цветов теряется мозаичный эффект.

9. Отличительной особенностью микромозаики из эмалевой зерни от альтернативных техник является эффектная фактура мозаичных изображений, обусловленная сферической формой эмалевых элементов. Недостатком способа является сложность формирования большого количества зернинок одинакового диаметра, так как при подготовке стекловидная эмаль раскалывается на большое количество мелких кусочков разной формы и размера.

Т а б л и ц а 3

Результаты термической фиксации эмалевой зерни

Способ термической фиксации	Образец до обжига	Образец после обжига
В муфельной печи		
С помощью газовой горелки		

10. Микромозаика из эмалевой зерни – эффектный декоративный прием. С ее помощью можно формировать разнообразные по тематике и колористике рельефные узоры, изображения, орнаменты, обладающие яркой художественной выразительностью. Способ позволяет расширить возможности декоративного эмалирования и ассортимент оригинальной ювелирно-художественной продукции.

На рис. 19 представлена авторская ювелирная подвеска в стиле модерн с микромозаикой из эмалевой зерни по мотивам творчества Густава Климта. Изделие отличается яркой колористикой, благодаря разнообразию используемых эмалей. Применение эмалевой зерни придает изделию оригинальность, фактурность и дополнительную декоративность.



Рис. 19. Ювелирная подвеска с микромозаикой из эмалевой зерни (авт. Н. И. Лапшова, рук. Т. В. Лебедева)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные способы горячего эмалирования // *Дизайн и технологии*. 2019. № 69(111). С. 6–16.
2. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технология в эмалях Ильгиза Фазулзянова // *Технологии и качество*. 2022. № 2(56). С. 58–64.
3. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от зарождения эмальерной техники до эмалей Древней Руси // *Технологии и качество*. 2022. № 3(57). С. 42–47.
4. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Дизайн и технологии в мировой истории эмальерного дела: от Средневековья до нашего времени // *Технологии и качество*. 2022. № 4(58). С. 32–38.
5. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Классификация эмальерных технологий и их терминология // *Технологии и качество*. 2023. № 1(59). С. 46–53.
6. Рыбакова И. В., Галанин С. И. Нашивные украшения с эмалью в историческом костюме и их место в современных трендах // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2022. № 6(402). С. 208–214.
7. Мозаика – искусство создания цельной картины из множества мелких отдельных кусочков // *Very important lot*. URL: <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/chto-takoe-mozaika> (дата обращения: 10.08.2023).
8. Что такое микромозаика, совершенство в деталях // *FERRUM DESIGN* : офиц. сайт. URL: <https://plitka-mosaica.ru/articles/chto-takoe-mikromozaika/?ysclid=lxm4gofwfd584407098> (дата обращения: 10.08.2023).
9. SICIS: знакомство с техникой ювелирной микромозаики // *Katerinaperez.com* : сайт. URL: <https://www.katerinaperez.com/ru/articles/SICIS-Gioia-Placuzzi> (дата обращения: 10.08.2023).
10. Микромозаика. Ценность времени // *Sicis Jewels*. URL: <https://www.sicisjewels.com/pages/micromosaic> (дата обращения: 10.08.2023).
11. Робертс К. История микромозаики // *Русский ювелир*. URL: <https://russianjeweller.ru/1/4/13573?ysclid=lm0enubqme719619657> (дата обращения: 01.09.2023).
12. Все краски Италии в украшениях из микромозаики. URL: <https://www.livemaster.ru/topic/1930055-vse-kraski-italii-v-ukrasheniyah-iz-mikromozaiki> (дата обращения: 10.08.2023).
13. Сырейщикова О. Н., Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты на финифтяных вставках, формируемые с применением эмалевой зерни // *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*. 2018. Т. 39, № 1. С. 77–81.
14. Лебедева Т. В., Ишутина А. Н., Никонорова О. И. Получение декоративных эффектов на эмалевой поверхности с помощью эмалевой зерни // *Дизайн. Теория и практика*. 2013. Вып. 13. С. 11–19.
15. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декоративные эффекты при горячем эмалировании : монография. Кострома : Костром. гос. ун-т, 2016. 96 с.
16. Лебедева Т. В., Галанин С. И. Декорирование финифтяных вставок эмалевой зернью // *Технологии и качество*. 2021. № 2(52). С. 62–67.
17. Пат. 2785795 Российская Федерация МПК C23D 5/06 (2006.01). Способ получения мозаики из эмалевой зерни : № 2021115494, заявл. 28.05.2021; опубл. 28.11.2022, Бюл. № 34 / Лебедева Т. В., Галанин С. И. ; заявитель и патентообладатель Костромской государственный университет.

REFERENCES

1. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative methods of hot enameling. *Dizajn i tekhnologii* [Design and Technology]. 2019;69(111):6–16. (In Russ.)
2. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in enamels by Ilgiz Fazulzyanov. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;2(56):58–64. (In Russ.)
3. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the origin of enamel technology to the enamels of Ancient Russia. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;3(57):42–47. (In Russ.)
4. Rybakova I. V., Galanin S. I. Design and technology in the world history of enamelmaking: from the middle ages to the present. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2022;4(58):32–38. (In Russ.)
5. Rybakova I. V., Galanin S. I. Classification of enamel technologies and their terminology. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2023;1(59):46–53. (In Russ.)

6. Rybakova I. V., Galanin S. I. Sewn jewelry with enamel in a historical costume and their place in modern trends. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti* [Proceedings of Higher Educational Institutions. Series Textile Industry Technology]. 2022;6(402):208–214. (In Russ.)
7. Mosaic – the art of creating a whole picture from many small individual pieces. Veryimportantlot. URL: <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/chto-takoe-mozaika> (accessed 10.08.2023).
8. What is micromosaic, perfection in detail. URL: <https://plitka-mosaica.ru/articles/chto-takoe-mikromozaika/?ysclid=lxm4gofwfd584407098> (accessed 10.08.2023).
9. SICIS: acquaintance with the technique of jewelry micromosaic. URL: <https://www.katerinaperez.com/ru/articles/SICIS-Gioia-Placuzzi> (accessed 10.08.2023).
10. Micromosaic. The Value of Time. URL: <https://www.sicisjewels.com/pages/micromosaic> (accessed 10.08.2023).
11. Roberts K. History of Micromosaics. URL: <https://russianjeweller.ru/1/4/13573?ysclid=lm0enubqme719619657> (accessed 10.08.2023).
12. All the colors of Italy in micromosaic jewelry. URL: <https://www.livemaster.ru/topic/1930055-vse-kraski-italii-v-ukrasheniyah-iz-mikromozaiki> (accessed 10.08.2023).
13. Syreyschikova O. N., Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects on finifitya inserts formed with the use of enamel grain. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Tekhnologiya logkoy promyshlennosti* [The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry]. 2018;39,1:77–81. (In Russ.)
14. Lebedeva T. V., Ishutina A. N., Nikonorova O. I. Obtaining decorative effects on enamel surface with the help of enamel grains. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and practice]. 2013;13:11–19. (In Russ.)
15. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorative effects during hot enameling. Kostroma, Kostroma St. Univ. Publ., 2016. 99 p. (In Russ.)
16. Lebedeva T. V., Galanin S. I. Decorating enamel inserts with enamel granulation. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2021;2(52):62–67. (In Russ.)
17. Lebedeva T. V., Galanin S. I. *Sposob polucheniya mozaiki iz emalevoj zerni* [Method of obtaining mosaic from enamel grain]. Pat. 2785795 Russian Federation IPC C23D 5/06 (2006.01). No. 2021115494, application 28.05.2021; publ. 28.11.2022, Bul. No. 34.

Статья поступила в редакцию 30.01.2024
Принята к публикации 24.05.2024

Научная статья

УДК 745.514, 621.3.015.533

EDN MGWBQQ

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-33-37>

Алексей Александрович Серебренников¹

Анна Эдуардовна Дрюкова²

Михаил Викторович Дрюков³

^{1,2,3}МИРЭА – Российский технологический университет, Москва, Россия

¹1806606@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-0334-8749>

²amatush@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-9314-051X>

³mifodiy1@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-2763-3440>

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИГУР ЛИХТЕНБЕРГА НА ДРЕВЕСИНЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс формирования фигур Лихтенберга на древесине, с особым акцентом на влияние продолжительности обработки и породы древесины на качество и сложность получаемых узоров, посредством контролируемых экспериментов с использованием трех распространенных видов древесины: северной ели, сосны и лиственницы. Для каждой породы дерева были определены оптимальные параметры обработки, включая продолжительность воздействия разряда и концентрацию электролита, для достижения четких, хорошо развитых фигур Лихтенберга с ветвящимися узорами. Результаты показали, что северная ель обладает наилучшими характеристиками для формирования высококачественных фигур Лихтенберга, в то время как сосна и лиственница требуют более точной настройки параметров из-за различий в их электрическом сопротивлении и склонности к обугливанию. Полученные результаты и практические рекомендации могут быть использованы художниками, дизайнерами и мастерами по дереву для разработки инновационных техник декорирования, создания уникальных предметов интерьера и художественных произведений.

Ключевые слова: фигуры Лихтенберга, древесина, декоративная обработка, продолжительность обработки, порода древесины, аппарат для создания фигур Лихтенберга, электрический разряд

Для цитирования: Серебренников А. А., Дрюкова А. Э., Дрюков М. В. Принципы формирования фигур Лихтенберга на древесине // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 33–37. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-33-37>.

Original article

Alexey A. Serebrennikov¹

Anna E. Dryukova²

Michail V. Dryukov³

^{1,2,3}MIREA – Russian Technological University, Moscow, Russia

PRINCIPLES OF FORMING LICHTENBERG FIGURES ON WOOD

Abstract. This paper examines the process of forming Lichtenberg figures on wood, with particular emphasis on the effect of processing time and wood species on the quality and complexity of the resulting patterns. Through controlled experiments using three common wood species: northern spruce, pine and larch. For each wood species, optimal treatment parameters, including discharge exposure duration and electrolyte concentration, were determined to achieve clear, well-developed Lichtenberg figures with branching patterns. The results showed that northern spruce has the best characteristics for forming high quality Lichtenberg figures, while pine and larch require more precise parameter settings due to differences in their electrical resistance and tendency to charring. The obtained results and practical recommendations can be used by artists, designers and woodworkers to develop innovative decoration techniques, create unique interior items and artworks.

Keywords: Lichtenberg figures, wood, decorative treatment, duration of treatment, wood species, apparatus for making Lichtenberg figures, electric discharge

© Серебренников А. А., Дрюкова А. Э., Дрюков М. В., 2024

For citation: Serebrennikov A. A., Dryukova A. E., Dryukov M. V. Principles of forming lichtenberg figures on wood. *Technologies & Quality*. 2024. No 2(64). P. 33–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-33-37>.

Фигуры Лихтенберга – это ветвистые структуры, образующиеся на поверхности твердых диэлектриков при воздействии скользящего искрового разряда [1–3] (рис. 1). Впервые они были изучены немецким ученым Георгом Кристофом Лихтенбергом в 1777 году [4, 5].



Рис. 1. Фигура Лихтенберга

Уникальные и завораживающие узоры фигур Лихтенберга привлекают внимание не только ученых, но и художников. В последние годы растет интерес к использованию этого эффекта для декорирования поверхностей различных материалов, в том числе и древесины.

В данной работе представлены результаты исследования, посвященного изучению особенностей формирования фигур Лихтенберга на древесине. Целью исследования было определение оптимальных параметров обработки для получения качественных фигур на разных породах древесины.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых технологий декоративной обработки древесины, а также для расширения художественных возможностей этого материала.

Методика проведения эксперимента.

В исследовании использовались образцы из трех разных пород древесины: северная ель, сосна и лиственница. Выбор этих пород был обусловлен их распространенностью, доступностью и различными физическими свойствами, которые могли повлиять на формирование фигур Лихтенберга.

В качестве электродов использовались стальные саморезы, которые вкручивались в заготовки из древесины. Саморезы обеспечи-

вали надежный контакт с аппаратом для создания фигур Лихтенберга (АСФЛ) [6] и позволяли электрическому разряду равномерно распределяться по поверхности образца.

Для повышения проводимости древесины и улучшения формирования фигур Лихтенберга поверхность образцов обрабатывалась электролитом. В качестве электролита использовался раствор гидрокарбоната натрия NaHCO_3 в воде концентрацией 84 г/л (1 моль/л). После нанесения раствора электролита образцы выдерживали на открытом воздухе в течение 3 ч. Это время было необходимо для того, чтобы электролит равномерно пропитал древесину и обеспечил качественную реакцию при подаче электрического разряда.

В системе питания (рис. 2) использовался переменный ток напряжением 220 В. Аппарат для создания фигур Лихтенберга (АСФЛ) повышал переменное напряжение с 220 до 2000 В и током 500...850 мА на нагрузку. Физико-химические свойства нагрузки (поверхности древесины, пропитанной электролитом) обеспечивали протекание поверхностного разряда, приводящего к формированию декоративных фигур.

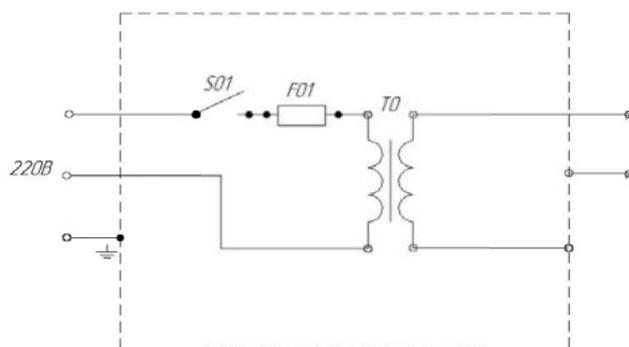


Рис. 2. Схема электропитания:
S01 – однополюсный выключатель;
F01 – предохранитель плавкий 10А;
ТО – трансформатор высоковольтный

Основным узлом аппарата для получения фигур Лихтенберга является силовой повышающий трансформатор МОТ (microwaveoven transformer) который, в отличие от обычных трансформаторов, работает в режиме, близком к насыщению. Обычно такой трансформатор используют для питания магнетрона в микроволновой печи. Первичная обмотка имеет ток холостого хода 2...4 А, поэтому его увеличенный магнитопровод нагревается через несколько десятков минут. Такой трансформатор не

предназначен для длительной работы и требует периодического охлаждения.

После подключения образца к АСФЛ и подачи питания начинался процесс формирования фигур Лихтенберга. Электрический разряд распространялся по поверхности образца, выбирая путь наименьшего сопротивления. В результате случайного движения разряда по поверхности древесины формировались ветвящиеся узоры фигур Лихтенберга (рис. 3).

Эксперименты проводились при контролируемом одинаковом напряжении. Концентрация электролита также была одинаковой для



Рис. 3. Образование фигур Лихтенберга

Результаты эксперимента. Анализ полученных результатов показал, что продолжительность обработки оказывает существенное влияние на качество фигур Лихтенберга. При обработке образцов в течение менее 1,5 мин фигуры были слаборазвитыми и не имели четкой структуры. В диапазоне времени обработки от 1,5 до 3 мин наблюдалось формирование хорошо развитых фигур Лихтенберга с четкими ветвящимися узорами. При обработке образцов более 3 мин происходило прогорание поверхности древесины, что негативно сказывалось на качестве фигур (рис. 5).

Сравнительный анализ результатов для разных пород древесины показал, что наиболее качественные и четкие фигуры Лихтенберга были получены на образцах северной ели при обработке в течение 2 мин. Сосна обладает наименьшим сопротивлением к обработке, поэтому фигуры на ней формировались быстрее, чем на других породах. Однако при обработке сосны

всех образцов. Это позволило сравнить влияние времени обработки на формирование фигур Лихтенберга на разных породах древесины. Продолжительность обработки варьировалась от 1,5 до 4 мин с шагом в 30 с.

При длительном воздействии током поверхность заготовки воспламеняется (рис. 4).

Важно отметить, что эксперимент проводился с соблюдением мер безопасности: в резиновых перчатках, на резиновом коврике и в защитных очках. Работа с высоким напряжением опасна для жизни, поэтому необходимо строго соблюдать правила техники безопасности.



Рис. 4. Воспламенение заготовки в результате длительного воздействия тока

более 1,5 мин наблюдалось обугливание поверхности. Лиственница, напротив, обладает высоким сопротивлением, поэтому фигуры на ней формировались с трудом. Для получения качественных фигур на лиственнице требовалась более длительная продолжительность обработки, чем для ели и сосны (рис. 6).

Таким образом, результаты эксперимента показали, что продолжительность обработки и порода древесины оказывают существенное влияние на качество и характер фигур Лихтенберга.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование показало, что фигуры Лихтенберга могут быть эффективно использованы для декоративной обработки древесины, придавая ей уникальный и привлекательный вид. Например, фигуры Лихтенберга могут быть использованы для украшения мебели и предметов интерьера, придавая им эффектный и неповторимый вид (рис. 7).

Качество и характер фигур Лихтенберга зависят от ряда факторов, среди которых наиболее важными являются порода древесины и продолжительность обработки.

Рекомендуемая продолжительность обработки для каждой породы индивидуальна:

- для северной ели – 2 мин;
- для сосны – менее 1,5 мин;
- для лиственницы – требуется более длительная обработка.

Для работы с древесиной, требующей более длительного воздействия, рекомендуется установка принудительного охлаждения АСФЛ за счет введения в схему охлаждающего вентилятора.

Полученные результаты и рекомендации могут быть использованы для разработки новых технологий декоративной обработки древесины, а также для расширения художественных возможностей этого материала.

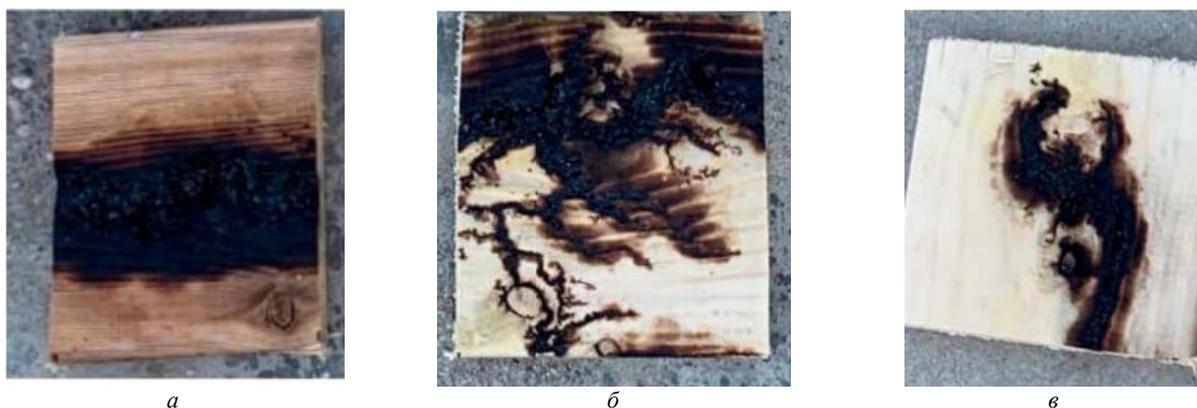


Рис. 5. Обработанные образцы:
а – ель северная (4 мин); б – сосна (3 мин); в – лиственница (3 мин)

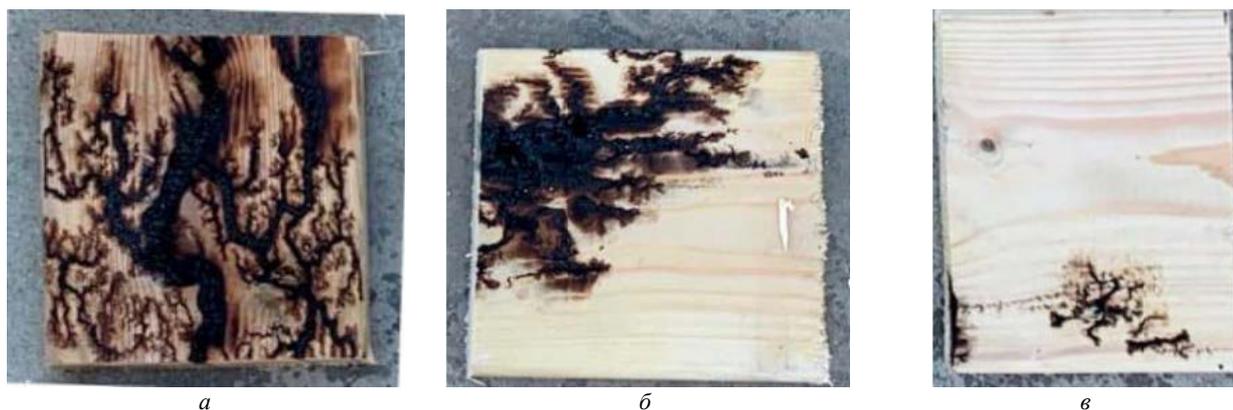


Рис. 6. Обработанные образцы:
а – ель северная (2 мин); б – сосна (2 мин); в – лиственница (1,5 мин)



Рис. 7. Примеры использования фигур Лихтенберга в дизайне:
а – столешница; б – часы

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Буренок Д. С., Дрюкова А. Э. Особенности формирования фигур Лихтенберга на древесине // Инновационные технологии в электронике и приборостроении : сборник докладов Российской науч.-техн. конф. с международным участием. Т. 2. М. : Изд-во МИРЭА – Российский технологический университет, 2021. С. 418–422.
2. Колтовой Н. А. Фигуры Лихтенберга // Метод Кирлиан : в 15 ч. // Математическая морфология : электр. матем. и мед.-биол. журнал. Москва – Смоленск, 2017. Ч. 5. 95 с.
3. Колтовой Н. А. Формы разряда // Метод Кирлиан : в 15 ч. // Математическая морфология : электр. матем. и мед.-биол. журнал. Москва, 2015. Ч. 10. 83 с.
4. Рейнгольдт А. А. Лихтенберг Георг Кристоф // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона / под ред. И. Е. Андреевского. СПб. : Семеновская Типолитография И. А. Ефрона, 1896. Т. 17а (34). Ледье – Лопарев. С. 856.
5. Ерохин А. В. Лихтенберг Георг Кристоф // Большая Российская энциклопедия : научно-образовательный портал. URL: <https://bigenc.ru/c/likhtenberg-georg-kristof-344448/?v=7149840> (дата обращения: 12.12.2023).
6. Храмов Ю. А. Лихтенберг Георг Кристоф // Физики : биографический справочник / под ред. А. И. Ахиезера. М. : Наука, 1983. С. 166.

REFERENCES

1. Burenok D. S., Dryukova A. E. Features of formation of Lichtenberg figures on wood. *Innovacionnyye tekhnologii v elektronike i priborostroenii : Sbornik dokladov Rossijskoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem* [Innovative technologies in electronics and instrumentation : Collection of reports of the Russian scientific and technical conference with international participation]. Moscow, RTU – MIREA, 2021, vol. 2, pp. 418–422. (In Russ.)
2. Koltovoj N. A. Lichtenberg figures*. Metod Kirlian. *Elektronnyj matematicheskij i mediko-biologicheskij zhurnal "Matematicheskaya morfologiya"* [Kirlian method. Electronic mathematical and biomedical journal "Mathematical morphology"]. Moscow – Smolensk, 2017, vol. 5, 95 p. (In Russ.)
3. Koltovoj N. A. Forms of discharge*. Metod Kirlian. *Elektronnyj matematicheskij i mediko-biologicheskij zhurnal "Matematicheskaya morfologiya"* [Kirlian method. Electronic mathematical and biomedical journal "Mathematical morphology"]. Moscow, 2015, vol. 10, 83 p. (In Russ.)
4. Rejngol'dt A. A. Lihtenberg Georg Kristof. *Enciklopedicheskij slovar' Brokgauza i Efrona* [Brockhaus and Ephron Encyclopedic Dictionary]. Saint-Petersburg, Publishing house of SemyonovskayaTipolito-grafiya Efrona, 1896, vol. 17a. Led'e – Loparev. P. 856. (In Russ.)
5. Erohin A. V. Georg Christoph Lichtenberg. *Bol'shaya rossijskaya enciklopediya: nauchno-obrazovatel'nyj portal* [Big Russian Encyclopedia: scientific and educational portal]. URL: <https://bigenc.ru/c/likhtenberg-georg-kristof-344448/?v=7149840> (accessed 12.12.2023). (In Russ.)
6. Khramov Yu. A. Lichtenberg Georg Christoph. *Fiziki : biograficheskij spravochnik* [Physicists : biographical directory]. Moscow, Nauka Publ., 1983, 166 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 12.12.2023
Принята к публикации 24.05.2024

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

Научная статья
УДК 671.1+739.2
EDN NEQVVK
<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-38-43>

Александр Олегович Сильянов¹

Сергей Ильич Галанин²

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

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

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

ДИЗАЙН-ИЛЛЮЗИИ «ПРЯМОГО» ЛИТЬЯ

Аннотация. В работе рассмотрены особенности технологии формообразования ювелирных изделий с использованием «прямого» литья, его преимущества по сравнению с традиционным литьем по выплавляемым моделям. Показано, что уникальные возможности технологии «прямого» литья создали условия формирования нового направления в дизайне ювелирных украшений, подтверждая неразрывную связь дизайна, материала и технологий изготовления ювелирных изделий. Показано на конкретных примерах, что дизайн изделий необычен, обладает особенностью визуально придавать изделиям воздушность и легкость, кажущуюся массивность при относительно небольшом весе, что ранее при использовании других технологий формообразования было затруднено или невозможно. Показано, что очевидные преимущества рассмотренной технологии столь очевидны, что она начинает доминировать при изготовлении эксклюзивных ювелирных украшений.

Ключевые слова: дизайн ювелирных украшений, технология «прямого» литья, новое направление в дизайне ювелирных украшений, дизайн-иллюзии, 3D-модель, литниковая система, формообразование

Для цитирования: Сильянов А. О., Галанин С. И. Дизайн-иллюзии «прямого» литья // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 38–43. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-38-43>.

Original article

Alexander O. Silyanov¹

Sergey I. Galanin²

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

DESIGN ILLUSIONS OF “DIRECT” CASTING

Abstract. The paper deals with the peculiarities of the technology of jewelry molding using “direct” casting, its advantages in comparison with traditional investment casting. It is shown that the unique possibilities of “direct” casting technology have created conditions for the formation of a new trend in the design of jewelry, confirming the inseparable connection between design, material and technology of jewelry making. It is shown on specific examples that the design of the products is unusual and has the peculiarity of visually giving the products airiness and lightness, apparent massiveness at relatively low weight, which was previously difficult or impossible when using other molding technologies. It is shown that the obvious advantages of the considered technology are so obvious that it begins to dominate in the manufacture of exclusive jewelry.

Keywords: jewelry design, technology of “direct” casting, new trend in jewelry design, design illusions, 3D model, sprue system, moulding formation

For citation: Silyanov A. O., Galanin S. I. Design illusions of “direct” casting. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 38–43. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-38-43>.

Ювелирный дизайн весьма восприимчив ко всем постоянно изменяющимся тенденциям в области моды, к экономическим коллизиям, социальным изменениям и настроениям в обществе. К примеру, период пандемии привнес в дизайн стремление к укрупнению ювелирных

украшений, увеличение потребительского спроса на определенные ассортиментные группы – серьги стали более продаваемыми, чем браслеты и кольца. Эта тенденция обусловлена новыми условиями социальных взаимоотношений, так как большая часть общения и работы перешла в удаленный формат, причем после снятия пандемийных ограничений удаленный формат

© Сильянов А. О., Галанин С. И., 2024

работы сохранился [1, 2]. Кроме того, стали активно пользоваться спросом крупные украшения, имеющие небольшой вес, в связи с постоянным ростом стоимости драгоценных металлов. Многие ювелирные компании в стремлении удовлетворить новые запросы рынка столкнулись с проблемой совмещения этих, казалось бы, взаимоисключающих характеристик: большой размер и малый вес украшений. Одним из возможных технологических решений этой патовой ситуации является использование при формообразовании изделий метода «прямого» литья.

Особенности дизайна и процесса изготовления изделий, отлитых «прямым» литьем. Особенностью процесса «прямого» литья является использование объемных сложнопрофильных цельных полимерных или восковых моделей, выращенных на 3D-принтере, и исключение последующих операций сборки изделий из отдельных частей.

Рассмотрим преимущества процесса «прямого» литья перед традиционным литьем по выплавляемым моделям:

- возможность изготовления ажурных полых украшений, создающих визуальное ощущение легкости и воздушности формы при значительных габаритах и малом весе;
- возможность формообразования цельного изделия практически любой сложной формы без разделения на фрагменты;
- минимальная толщина стенки металлической заготовки снижается до 0,2 мм из-за исключения ряда технологических операций;
- снижение трудоемкости, укорочение технологического цикла, снижение себестоимости изделий;
- минимальное удаление драгоценного металла на операциях технологического цикла;
- возможность более точно и просто определить значения таких важных технологических параметров, как площадь поверхности и вес готового украшения еще на стадии 3D-проектирования,

это позволяет минимизировать трудозатраты на последующих операциях и оценить ориентировочную стоимость уже на этом этапе, что очень важно при изготовлении эксклюзивных и премиум класса изделий.

Минимальная толщина стенок литой заготовки для обеспечения качества отливок при традиционном литье по выплавляемым моделям должна составлять не менее 0,6 мм, что в среднем почти в три раза больше, чем при «прямом» литье. Снижение требуемых толщин металла и возможность формообразования полых тонкостенных ажурных изделий «прямым» литьем позволяет выполнять крупногабаритные изделия при значительном снижении их веса (рис. 1) [3–5].

Новые технологические возможности позволили сформировать новое направление в дизайне ювелирных украшений, характеризующихся легкостью, ажурностью, объемностью форм, сложнопрофильной поверхностью, прорезными участками в плоскостях, создающих иллюзию массивных, сохраняющих при этом относительно небольшой вес (рис. 1–4). Ранее такие украшения либо выполнялись вручную, что всегда было чрезвычайно затратно и дорого, либо их изготовление вообще было невозможно.

Снижение веса, во-первых, позволяет создавать высококлассные относительно легкие габаритные изделия из золота и серебра (см. рис. 3), во-вторых, тиражировать легкие недорогие украшения массового спроса из драгоценных металлов, что привлекает покупателя в период экономических кризисов (см. рис. 4). Крупные украшения очень часто находятся на пике моды, что характерно и для 2024 года. При изготовлении крупных изделий необходимо учитывать эргономику – броши не должны оттягивать одежду, серьги – мочки ушей, кольца не должны создавать дискомфорт при носке из-за большого веса. Немаловажен и стоимостной фактор – покупатель стремится приобрести визуально массивное украшение при невысокой цене (рис. 5).



Рис. 1. Тонкостенные ювелирные украшения, выполненные с использованием «прямого» литья:

а – кольцо от Delta, красное золото; *б* – кольцо от Delta, желтое и белое золото, фианиты;

в – браслеты из коллекции Serpent от Bulgari, белое и красное золото, бриллианты;

г – кольцо, золото, изумруды, эмаль от Cartier



Рис. 2. Модели и ювелирные отливки от 3D Services [6]



Рис. 3. Кольца, изготовленные «прямым» литьем [7–10]



Рис. 4. Кольцо (а) и серьги (б) ЮЗ «Золотая подкова», кольцо «Адамас» (в) (из открытых источников)



Рис. 5. Золотые кольца и серьги с бриллиантами и сапфирами от Roberto Bravo (из открытых источников)

Одной из интересных ювелирных техник является изготовление скани [11]. При изготовлении используется крученая металлическая

проволока, металлические шарики (зернь) различных размеров, многослойные сложные орнаменты и рисунки, многостадийная пайка раз-

нотемпературными припоями. Кроме России, скань используется европейскими ювелирами, мастерами стран Магриба, Закавказья. Технология весьма трудозатратна, и изделия дороги. По этой причине производственное изготовление сканых изделий нерентабельно и понемногу происходит утрата дизайнерских и технологических компетенций в России в этой области. Неоднократно предпринимались попытки имитации сканых изделий литьем по выплавляемым моделям. Однако из-за особенностей технологического цикла традиционного литья удавалась приблизительная имитация лишь плоскостных однослойных узоров. «Прямом» литьем можно симитировать технику сканых узоров любой сложности (рис. 6).

При традиционном способе изготовления украшений литьем по выплавляемым моделям необходим продолжительный поэтапный технологический цикл производства. Ускорение процесса изготовления изделия методом «прямого» литья обуславливается тем, что при производстве исключаются стадии изготовления мастер-модели и резиновой пресс-формы. Эти стадии

достаточно трудозатратны и длительны, что увеличивает себестоимость изделия. При «прямом» литье выращенная 3D-модель (прототип) украшения сразу попадает на стадию литья. Съем металла при этом незначителен и составляет около 5...10% только на стадии финишной обработки.

Процесс «прямого» литья позволяет выпускать сложноформенные полые изделия путем создания одной цельной формы сразу за один прием, что упрощает процедуру дальнейших монтажных операций, исключая этапы сборки различных составных частей в единое изделие пайкой, сваркой или другими видами соединений. Благодаря своей внешней эффектности, присутствие необходимых технологических отверстий, предназначенных для удаления частей поддерживающей восковой массы и проникновения формомассы при формировании опок, созданных в соответствии с дизайн-идеей, не портит общее впечатление от изделия, а эффектно дополняет образ, визуально создавая эффект воздушности и легкости изделия (см. рис. 2, 7) [12].



Рис. 6. Ювелирные украшения, выполненные «прямым» литьем, имитирующие скань (из открытых источников)



Рис. 7. Изделия завода «Бронницкий ювелир» [12]

При работе по технологии «прямого» литья при конструировании восковых моделей очень важно правильно сформировать питающую литниковую систему. При ошибках в расположении литниковой системы полученная металлическая отливка и ее поверхность может быть неудовлетворительного качества, иметь непроливы и поры. Основной литник должен подводиться к самому объемному участку модели и обеспечивать максимальное проникно-

вление жидкого металла ко всем смежным поверхностям (рис. 8).

ВЫВОДЫ

Анализ особенностей дизайна изделий, выполненных по технологии «прямого» литья, и самой технологии показал следующее:

– уникальные возможности технологии «прямого» литья создали условия формирования нового направления в дизайне ювелирных укра-

шений, подтверждая неразрывную связь дизайна, материала и технологий изготовления ювелирных изделий [13, 14];

- дизайн изделий необычен, обладает особенностью визуально придавать изделиям воздушность и легкость, кажущуюся массивность при относительно небольшом весе, что ранее при использовании других технологий формообразования было затруднено или невозможно;
- прямое заимствование формы изделий без использования 3D-сканеров и 3D-программ невозможно и требует высокой квалификации

исполнителей, так как отсутствуют традиционные мастер-модели и восковые формы;

- технологические преимущества метода «прямого» литья и дизайнерские особенности изделий, формообразованных таким способом, столь очевидны, что в настоящее время он начинает доминировать при изготовлении уникальных и эксклюзивных ювелирных изделий, что подтверждается особенностями создания украшений известными зарубежными и российскими ювелирными брендами [2, 15, 16].

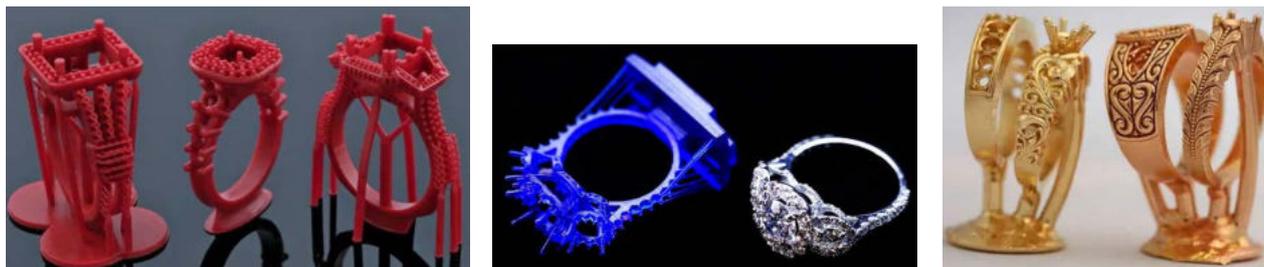


Рис. 8. Восковые модели и отливки с литниковой системой при «прямом» литье (из открытых источников)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Сильянова Е. А. Ювелирное искусство в период пандемии 2019–2021 гг. // Дизайн. Материалы. Технология. 2022. № 1. С. 25–29.
2. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности создания современных ювелирно-художественных изделий : монография. Кострома : Костромской государственной университет, 2023. 173 с. 1 CD-ROM.
3. ЮЗ Delta : офиц. сайт. URL: https://delta.market/catalog/itm/koltso_1765/?oid=54272#gallery (дата обращения: 17.01.2024).
4. Bulgari : офиц. сайт. URL: <https://www.bulgari.com/ru-ru> (дата обращения: 17.01.2024).
5. Cartier : офиц. сайт. URL: <https://www.cartier.com/ru-ru/jewellery/all-collections/jewellery-for-men/panthere-de-cartier-ring-n4193100-cfg?pid=13218#lg=1&slide=0> (дата обращения: 17.01.2024).
6. 3D-технологии моделирования и печати в ювелирной отрасли. URL: <https://3d-services.ru/3d-pechat/yuvelirnoe-delo> (дата обращения: 17.01.2024).
7. 3D CAST : офиц. сайт. URL: <https://3dcast.ru/product/obruchalnye-kolca-525> (дата обращения: 17.01.2024).
8. Anna Shrubkovska // Пинтерест. URL: <https://ru.pinterest.com/annashrubkovska> (дата обращения: 17.01.2024).
9. Революционный дизайн ювелирных изделий с применением 3D-печати. URL: <https://dzen.ru/a/YuRhauaPHVsjYpXx?experiment=942751> (дата обращения: 17.01.2024).
10. Восковки. Ювелирка. 3D-литье золота. 3D-печать // ВКонтакте : соц. сеть. URL: <https://vk.com/voskovki> (дата обращения: 17.01.2024).
11. Галанин С. И., Камыгина Г. А. Скань и филигрань: история, дизайн, технология : монография. Кострома : Изд-во КГТУ, 2011. 124 с.
12. Бронницкий ювелир : офиц. сайт. URL: <https://www.bronnitsy.com/promo/collections/aura> (дата обращения: 17.01.2024).
13. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Дизайн, материалы и технология – три составных части ювелирных украшений // Дизайн и технологии. 2022. № 87(129). С. 13–23.
14. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Особенности дизайн-проектирования современных ювелирных изделий // Дизайн. Материалы. Технология. 2019. № 2(54). С. 9–13.
15. Галанин С. И., Рыбакова И. В., Колупаев К. Н. Особенности российских ювелирных брендов // Технологии и качество. 2023. № 3(61). С. 34–43.
16. Галанин С. И., Колупаев К. Н. Ювелирный бренд, технология и материалы: есть ли связь? // Дизайн. Теория и практика. 2010. Вып. 5. С. 114–126.

REFERENCES

1. Silyanova E. A. Jewelry art in the period of pandemic 2019-2021. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2022;1:25–29. (In Russ.)
2. 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.)
3. Official site of the South-West Delta. URL: https://delta.market/catalog/itm/koltso_1765/?oid=54272#gallery (accessed 17.01.2024).
4. Official website of Bulgari. URL: <https://www.bulgari.com/ru-ru> (accessed 17.01.2024).
5. Official site Cartier. URL: <https://www.cartier.com/ru-ru/jewellery/all-collections/jewellery-for-men/panthere-de-cartier-ring-n4193100-cfg?pid=13218#lg=1&slide=0> (accessed 17.01.2024).
6. 3D modeling and printing technologies in the jewelry industry. URL: <https://3d-services.ru/3d-pechat/yuvelirnoe-delo> (accessed 17.01.2024).
7. Official site 3D CAST. URL: <https://3dcast.ru/product/obruchalnye-kolca-525> (accessed 17.01.2024).
8. Anna Shrubkovska. Пинтерест. URL: <https://ru.pinterest.com/annashrubkovska> (accessed 17.01.2024).
9. Revolutionary jewelry design using 3D printing. URL: <https://dzen.ru/a/YyRhauaPHVsJYPxX?experiment=942751> (accessed 17.01.2024).
10. Waxing. Jewelry. 3D casting of gold. 3D printing. VKontakte. URL: <https://vk.com/voskovki> (accessed 17.01.2024).
11. Galanin S. I., Kamygina G. A. Scan and filigree: history, design, technology. Kostroma, Kostroma St. Technol. Univ. Publ., 2011. 124 p. (In Russ.)
12. Bronnitsky jeweler. Official site. URL: <https://www.bronnitsy.com/promo/collections/aura> (accessed 17.01.2024).
13. 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.)
14. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Features of design-projecting of modern jewelry. *Dizajn. Materialy. Tekhnologiya* [Design. Materials. Technology]. 2019;2(54):9–13. (In Russ.)
15. 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.)
16. Galanin S. I., Kolupaev K. N. Jewelry brand, technology and materials: is there a connection. *Dizajn. Teoriya i praktika* [Design. Theory and Practice]. 2010;5:114–126. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 30.01.2024
Принята к публикации 24.05.2024

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

Научная статья

УДК 74.01/.09

EDN YWMAWH

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-44-50>

Любовь Вадимовна Мочалова¹

Ирина Юрьевна Мамедова²

^{1,2}Российский технологический университет, Москва, Россия

¹l.v.mochalova@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0005-2380-7207>

²mamedova_umu@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4538-664X>

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТИПОГРАФИКИ И ДИЗАЙНА МОБИЛЬНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Аннотация. В данной статье впервые описывается авторский метод определения параметров текста в мобильных интерфейсах. Обосновывается необходимость его применения в анализе дизайна и типографики мобильных приложений, а также адаптивных версий сайтов. Выводятся девять правил, которым должен соответствовать современный дизайн мобильного интерфейса, отвечающий актуальным тенденциям, а также требованиям комфорта и безопасности пользователя. Также в данной работе при использовании разработанного авторского метода проводится анализ дизайна и типографики двадцати одного ресурса на соответствие правилам к настольным играм. На основе полученных данных формулируются выводы о причинах и следствиях появления и развития выведенных закономерностей в дизайне мобильных интерфейсов.

Ключевые слова: дизайн мобильного интерфейса, адаптивный дизайн, мобильное приложение, типографика, шрифт, правила хорошего интерфейса, правила к настольным играм

Для цитирования: Мочалова Л. В., Мамедова И. Ю. Методика оценки типографики и дизайна мобильных интерфейсов // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 44–50. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-44-50>.

Lyubov V. Mochalova¹

Irina Yu. Mamedova²

^{1,2}Russian Technological University, Moscow, Russia

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE TYPOGRAPHY AND DESIGN OF MOBILE INTERFACES

Abstract. This article has described for the first time the author's method of determining text parameters in mobile interfaces. The necessity of its application in the design and typography of mobile applications' as well as of website adaptive versions' analysis is justified. There are nine compulsory for modern design of the mobile interface that meets current trends, as well as the requirements of user comfort and safety. Also, this work analyses the design and typography of twenty-one resources with board games rules compulsory when using the developed author's method of analysis. Based on the data obtained, conclusions are formulated about the causes and consequences of the appearance and development of the derived patterns in the design of mobile interfaces.

Keywords: mobile interface design, adaptive design, mobile application, typography, font, good interface rules, tabletops' rules

For citation: Mochalova L. V., Mamedova I. Yu. Methodology for evaluating the typography and design of mobile interfaces. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 44–50. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-44-50>.

© Мочалова Л. В., Мамедова И. Ю., 2024

Согласно современным тенденциям в дизайне мобильных интерфейсов главенствующую роль занимает принцип визуальной простоты. В данной статье рассматриваются основные аспекты в использовании данного принципа, на которые следует обратить особое внимание при разработке и анализе мобильных интерфейсов [1].

Учитывая огромную составляющую пользователей мобильных устройств в целевой аудитории практически любого продукта, очень важно, чтобы эти ресурсы были спроектированы грамотно, а дизайн положительно влиял на пользовательский опыт. Были проведены исследования влияния на пользовательский опыт конкретных элементов, в частности, обращалось внимание на всплывающие окна, которые могут иметь негативное влияние на мобильный опыт [2]. Но остается вопрос в отношении такого, казалось бы, простого, но основополагающего элемента любого интерфейса, как типографика. Ответом традиционно является тезис, который сводится к тому, что методы, правила и приемы, отработанные на десктопных интерфейсах, при наличии хорошей масштабируемости должны показывать неплохие результаты и на мобильных интерфейсах. Данный тезис не является абсолютно верным. Несмотря на очевидные различия между десктопной и мобильной версткой, а именно размер и соотношение сторон, этот факт также необходимо учитывать, так как пользователь иначе взаимодействует с мобильным интерфейсом, нежели с десктопным, меняется контекст использования продукта и многое другое [3, 4].

Целью работы является описание методики анализа дизайна и типографики мобильных интерфейсов, а также ее апробация на ресурсах с правилами к настольным играм.

Для достижения данной цели сформулированы следующие задачи:

1. Разработать методы проверки соответствия параметров интерфейса каждому из правил мобильной типографики.

2. Провести апробацию данных методов на мобильных интерфейсах (приложениях и мобильных версиях сайтов) с правилами к настольным играм.

3. Описать сильные и слабые стороны рассмотренных интерфейсов по итогам проверки.

4. Сформулировать выводы касательно разработанной методики оценки.

В данной работе рассмотрены основные элементы типографики мобильных интерфейсов

на примере сервисов, содержащих правила к настольным играм. Интерфейсы подобной тематики более глубоко рассматриваются в кандидатской диссертации одного из авторов.

Мобильные интерфейсы по играм можно разделить на две большие группы: это адаптивные версии сайтов и мобильные приложения. Также можно выделить внутри каждой из групп по три подгруппы: ресурс с правилами к конкретной игре, ресурс с правилами ко многим играм и онлайн-адаптация настольной игры. Далее в результатах исследования приведена таблица, где анализируемые ресурсы разделены на эти шесть групп (I–VI).

Ранее были сформулированы 9 типографик – правил хорошего мобильного интерфейса вне зависимости от того, речь идет об адаптивной версии сайта или о мобильном приложении. В настоящей статье описывается методика проверки соответствия интерфейса каждому из правил. Каждый метод проверки сформулирован таким образом, чтобы человек, не имеющий доступа к исходному коду приложения, тем не менее смог провести оценку интересующих его параметров.

Далее приведены эти правила с указанием способов проверки соответствия каждому из них и отображения результатов в таблице.

- 1. Основные элементы управления должны быть расположены внизу экрана.** Анализ проводился при помощи визуальной проверки. В таблице указывается «+», если интерфейс соответствует этому параметру, и «–», в обратном случае [4].

- 2. Контрастность между текстом и фоном не менее 4,5 к 1.** Есть несколько исключений из этого правила:

- при размере текста 18 или 14 пунктов, выделенного жирным шрифтом, – контраст 3 к 1;
- область с текстом, отображающаяся как не активная;
- текст внутри логотипа.

Проверка состоит из двух этапов: в графическом редакторе определяются два цвета, после чего их код помещается на сайт WebAIM. Этот сайт является инструментом для проверки контрастности цвета текста к фону для интернет-ресурсов. Он позволяет проверить параметр контрастности на соответствие стандартным читабельности и требованиям доступности для удобства людям с ограниченными возможностями здоровья по зрению [4, 5].

Интерфейс сайта и параметры контрастности можно увидеть на рис. 1.

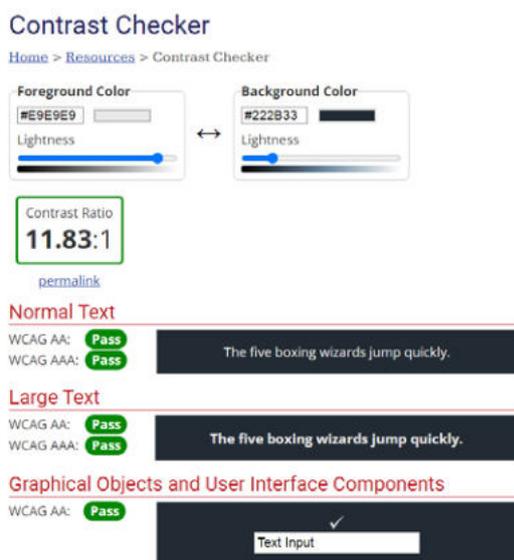


Рис. 1. Проверка контрастности между текстом и фоном при помощи сайта WebAIM

На данном сайте пользователь должен ввести коды для интересующих его цветов (фон и текст) и получить результаты проверки контрастности, а также рекомендации по улучшению показателей. Сайт осуществляет проверку, основываясь на стандартах, установленных World Wide Web Consortium (W3C) и Американской ассоциацией людей с ограниченными возможностями здоровья (ADA) [5, 6].

В таблице указываются отношения цветов основного текста к фону и параметры еще одного текстового элемента.

3. В строке текста, открытого на мобильном устройстве, должно быть 30...40 символов. Проверка осуществлялась механическим подсчетом, так как работа велась со скриншотами. Однако есть ресурсы, позволяющие определить количество символов в интересующем тексте. В таблице указывается среднее количество строк на анализируемом экране [4].

4. Интерлиньяж должен быть 1,5 (или 150 %). Расстояние же между абзацами должно составлять 2,5 (или 250 %) соответственно. Методика проверки описана ниже (в пункте 5), так как определить межстрочное расстояние невозможно, не зная размер шрифта. В столбце таблицы, соответствующей этому правилу, указан только интервал между строками основного текста, %, так как не во всех сервисах есть возможность анализировать интервал между абзацами основного текста [4, 7].

5. Кегль для основного текста должен составлять 14...16 px, для заголовков – 18...24 px, а для элементов с подсказками, которые обычно имеют светло-серый цвет, – 12...14 px. Для проверки интерфейса на соответствие этому правилу использовался необычный метод. Это связано с тем, что определить название шрифта,

который понадобится для проверки чуть позже, и его размер, достаточно сложно, не имея доступа к исходному коду приложения или не владея инструментами разработчиков – практически невозможно. Непосредственно распознавание шрифта подробнее будет описано в пункте 7. Что же касается размера, было принято решение проводить его определение по скриншотам экранов. Это достаточно сложный процесс, ведь многое зависит от разрешения экрана, на котором сделан скриншот, а также от масштаба, используемого в приложении. Также многое зависит от качества изображения.

Был разработан авторский метод определения размера шрифта. Все рассмотренные приложения и сайты открывались на смартфоне Xiaomi 11T Pro, с диагональю экрана 6,67 дюйма и разрешением 1080×2400 px. На этом же телефоне делались скриншоты, на которых в дальнейшем производились измерения в Figma. Однако скриншот нужно было уменьшить до реальных размеров экрана в виртуальной среде этого графического редактора. Для этого были необходимы дополнительные данные, такие как физические размеры экрана, которые составляют 70×155 мм, при этом соотношение сторон – 20:9, плотность точек – 320 dpi, что соответствует XXHDPI. Это означает, что 1 dp = 3 px, следовательно, для получения верного размера фрейма в Figma необходимо 1080×2400 px разделить на 3. В итоге рабочий фрейм будет равняться 360×800 px.

Далее в Figma была создана специальная линейка, где одно деление равняется одному пикселу. Данный графический редактор позволяет многократно приблизить изображение, что дает возможность без труда использовать данную линейку.

Также были созданы образцы шрифта, которые подставлялись на шрифт со скриншота. Кегль на образце шрифта менялся, пока не совпадал со шрифтом на скриншоте. Полученные данные еще раз проверялись на пиксельной линейке (рис. 2).

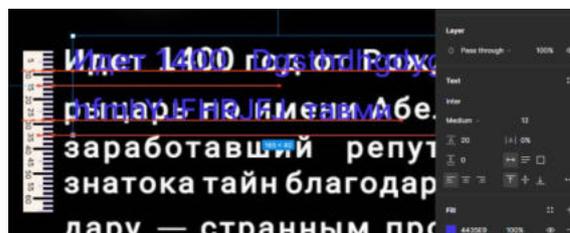


Рис. 2. Определение размера шрифта по скриншоту

В столбце таблицы, соответствующему этому правилу, в первой строке указывался кегль для заголовков, которые встречаются в интерфейсах чаще, а во второй – для основного текста.

6. В мобильном интерфейсе для основного текста не может быть использован декоративный или рукописный шрифт. Проверка проводилась визуально, если шрифты ресурса соответствуют требованиям, то в таблице указывается «+», в обратном случае ставится «-».

7. Не может быть более двух шрифтов для мобильной версии сайтов и приложений. Благодаря ресурсу FontFinder по скриншоту возможно определить все имеющиеся в приложении или на сайте шрифты и их количество. В этом пункте в таблице будут указаны названия шрифтов и их количество [8].

Для проведения проверки необходимо вырезать искомый шрифт на скриншоте, далее загрузить его на указанный сайт. Надо выделить определенное слово из образца, по которому будет производиться поиск шрифта. Далее ресурс начинает обрабатывать полученный образец текста. Затем необходимо настроить параметры яркости и контрастности, чтобы буквы выделялись, но не потеряли своих первоначальных очертаний. Далее сайт распознает каждый символ, и необходимо ввести букву, которой данный символ соответствует (рис. 3).

После этого сайт показывает все похожие шрифты, из которых необходимо выбрать искомый. Если образец текста был качественным, то это не требует особых усилий.

Стоит отметить, что имеет смысл применять подобный метод только для скриншотов приложений, для сайтов определение шрифта можно провести через расширение Fonts.ninja. Данное расширение с точностью 100% определяет название шрифта, получая его из исходного кода сайта [8, 9].

8. Недопустимо использование шрифтов без четкого набора символов. Например, заглавные «I», строчная «l» и цифра «1» могут выглядеть идентично. После определения шрифтов, способ которого был описан в пункте 7, возможно посмотреть полный набор символов и определить, соответствует ли данный шрифт этому правилу или нет.

После определения названия шрифтов через Интернет находилась их гарнитура, после чего устанавливалось соответствие этому параметру. Для проверки использовался ресурс «Шрифты Онлайн». Если шрифты анализируемого сайта или приложения соответствуют требованиям, в таблице указывается «+», в обратном случае ставится «-» [4, 10].

9. Шрифты на сайте или в приложении должны иметь совместимость с возможно большим количеством устройств. После определения шрифтов исследовалась информация о каждом из них. Популярные и простые шрифты, как правило, совместимы с большинством устройств. Если шрифты ресурса соответствуют требованиям, в таблице указывается «+», в обратном случае ставится «-».

В таблице представлены результаты проверки двадцати одного интерфейса по играм на соответствие 9 правилам грамотного мобильного интерфейса. Данные по параметрам к каждому правилу находятся в столбце с определенным номером.

В каждом столбце указывались данные в специфической форме, подтверждая или опровергая каждое из правил. В некоторых случаях потребовалось больше данных, и они были добавлены.

Полностью соблюдается 8-е правило. Все проанализированные интерфейсы содержали шрифт, имеющий четкий набор символов (100% положительного результата).

Следующими по частоте совпадений с требованиями выступают 7-е и 2-е правила (95,2% совпадений). Это означает, что во всех интерфейсах, кроме одного, использовалось не более двух шрифтов, и контраст между текстом и фоном соответствовал требованиям читабельности. Однако оценивался контраст не только между основным текстом и фоном, но и между текстом некоторых элементов и их заливкой (если таковая была). В элементах интерфейсов ситуация значительно хуже, только 11 из 21 полностью соответствовали требованиям читабельности элементов (52,4%).

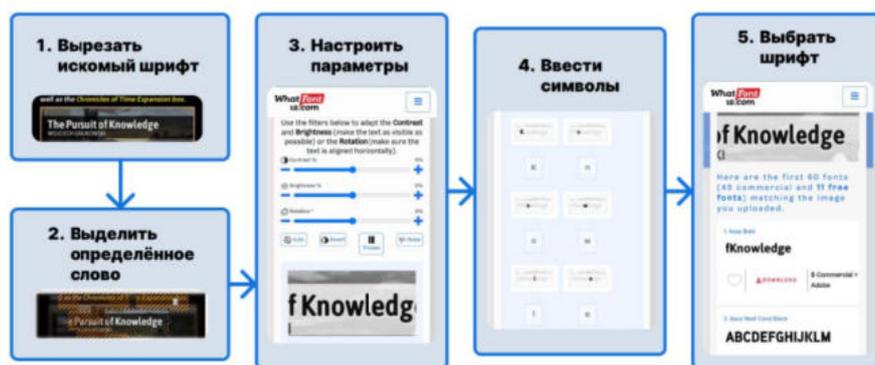


Рис. 3. Процесс распознавания шрифта с изображения

Параметры мобильных интерфейсов

Название ресурса	Правило								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. Сайт с правилами к конкретной игре									
1. DnD.su	–	14,22 : 1 6,71 : 1	36	114	20 14	+	1 – Open Sans	+	+
2. Archives of Nethys	–	6,4 : 1 9,67 : 1	43	157	18 14	–	1 – Julee 2 – Fairydust B 3 – Century Gothic	+	–
3. Dungeon Master’s Vault	–	2,7 : 1 11,61 : 1	29	100	22 16	+	1 – Lato	+	+
4. D&D Beyond	–	5,42 : 1 8,82 : 1	35	147	34 15	+	1 – Roboto 2 – Tiamat Condensed SC	+	+
II. Сайт с правилами к многим играм									
5. Board Game Geek	–	10,3 : 1 6,24 : 1	47	150	18 13	+	1 – Proxima Nova	+	+
6. The Dice Tower	–	6,88 : 1 8,37 : 1	35	153	26 15	+	1 – Roboto 2 – Montserrat	+	+
7. Board Game Atlas	–	20,7 : 1 2,97 : 1	43	132	18 14	+	1 – Roboto	+	+
III. Веб-адаптация настольной игры									
8. Lichess	–	3,17 : 1 2,99 : 1	45	136	14 11	+	1 – Noto Sans 2 – Roboto	+	+
9. «Пашки» – играть онлайн	+	5,21 : 1 14,86 : 1	44	116	18 12	+	1 – Arial 2 – Verdana	+	+
10. Web Sudoku	–	15,62 : 1 4,25 : 1	35	183	22 15	+	1 – Arial 2 – Segoe UI	+	+
IV. Мобильная адаптация настольной игры									
11. Chess – Play and Learn	+	21 : 1 2,69 : 1	34	114	20 14	+	1 – Yantramanav 2 – Montserrat	+	+
12. Dalmax Checkers	–	1,03 : 1 9,87 : 1	31	107	18 14	+	1 – IBM Plex Sans Thai Looped 2 – Heebo	+	+
13. Checkers	+	1,54 : 1 5,69 : 1	43	87	18 13	–	1 – Open Sans 2 – Galada	+	+
14. Easy Sudoku Puzzle Solver	+	13,35 : 1 3,08 : 1	32	156	16	+	1 – Roboto	+	+
V. Приложения с правилами ко многим играм									
15. Dized	–	7,45 : 1 5,84 : 1 20,99 : 1	36	169	24 16	+	1 – Cabin 2 – Montserrat	+	+
16. Tabletopia	–	12,7 : 1 8,2 : 1	49	173	14 11	+	1 – PT Sans Caption Regular	+	+
17. Board Games Companion	–	10,6 : 1 4 : 1	43	103	18 16	+	1 – Lato	+	+
VI. Приложение к конкретной игре									
18. Mansions of Madness	–	14,67 : 1 3,57 : 1	36	144	14 8	–	1 – Old Newspaper Types	+	–
19. Rules of Rathe	+	4,9 : 1 6,4 : 1	45	135	20 16 14	+	1 – Roboto 2 – Amanda Pro	+	+
20. Chronicles of Crime	+	11,83 : 1 5,74 : 1	45	162	26 18 12	+	1 – Official 2 – Asap	+	–
21. Game Master’s Toolkit 5e	–	6,65 : 1 2,13 : 1	45	123	18 13	+	1 – Roboto	+	+

Также достаточно высокий процент соответствия у 6-го и 9-го правил. Это показывает, что 18 из 21 интерфейса использовали не деко-

ративные или рукописные шрифты, при этом выбранные шрифты поддерживаются большинством устройств (85,7 %).

Немного выше среднего уровень соответствия 5-му правилу. В 11 из 21 интерфейса и заголовки, и основной текст сразу не выходят за пределы необходимых значений: 18...24 и 14...16 соответственно (52,4 %). Однако расхождение в целом не критично для большинства интерфейсов, кроме трех (85,7 %).

Чуть ниже среднего показатели соответствия 3-му и 4-му правилам, а именно 9 из 21 интерфейса (42,9 %). Это означает, что в большей части анализируемых интерфейсов было больше допустимого количества символов в строке, а также интерлиньяж не соответствует требованиям, а именно, 1,5 или 150 %. Совпадение засчитывалось с допущением $\pm 10\%$ (значения 134...165 % учитывались).

Наиболее низкий показатель совпадения был у 1-го правила (28,5 %). Это означает, что только 6 из 21 интерфейса имели основные элементы управления внизу экрана. Важно отметить, что этот параметр практически никогда не выполняется в адаптивных версиях сайтов, так как у большинства сайтов в десктопной версии все элементы управления располагаются в «шапке» сайта, и когда сайт подстраивается под мобильное устройство, элементы интерфейса остаются на прежнем месте. Подобное расположение элементов управления затрудняет использование сайта со смартфона, однако не считается серьезным нарушением.

На основании вышесказанного можно заключить, что соблюдались те правила, которые связаны с дефолтными параметрами шрифтов, например 7-е правило про четный набор символов. Процент соответствия критерия правилу снижался при анализе использования шрифта в интерфейсе. Это обусловлено тем, что шрифты были разработаны намного раньше, чем сайты и приложения, которые анализировались в этой работе.

Соответствие и его динамика в большинстве пунктов вполне попадает под категорию условной читаемости. Это означает, что разрабатывающие подобные интерфейсы дизайнеры просто выпустили продукт, которым возможно воспользоваться при необходимости, но его нельзя назвать удобным.

Из рассмотренных продуктов можно выделить те, что выглядят лучше, однако соответствующего всем правилам интерфейса среди рассмотренных нет. Наиболее близко к 100 % оказалась мобильная адаптация настольной игры Easy Sudoku Puzzle Solver. Несовпадение касалось только контрастности некоторых элементов, которых, к сожалению, немало в интерфейсе. Также стоит обратить внимание на максимально минималистичный, в некотором смысле даже примитивный дизайн этого приложения. Из таб-

лицы видно, что там используется только один шрифт одного размера. Этот шрифт Roboto является базовым для системы Android. В этом и кроется максимально близкое соответствие всем правилам, а именно «дизайн без риска». Но этот подход нельзя назвать абсолютно верным, ведь при таком дизайне все продукты будут идентично минималистичными и слишком похожими, отчего пользователь в итоге устанет [11].

ВЫВОДЫ

Суммируя все вышесказанное, можно заключить, что разработанная методика необходима для оценки уже имеющихся интерфейсов, а описанные правила помогают не совершать распространенных ошибок в дизайне мобильных приложений или адаптивных версий сайтов.

Разработка мобильных решений в соответствии с вышесказанными правилами позволит создавать яркие и необычные дизайны продуктов с хорошей типографикой, что будет положительно влиять на юзабилити, пользовательский опыт и субъективную удовлетворенность. Методика проверки соответствия интерфейсов этим правилам позволит почерпнуть идеи и решения для своих проектов среди референсов и конкурентов, но не перенять их ошибки, что играет огромную роль в дизайн-проектировании любого онлайн-продукта. Например, в сфере мобильных приложений для ювелирных брендов грамотно спроектированный интерфейс позволит повысить продажи и привлечь новую аудиторию, а также увеличить лояльность пользователей, узнаваемость бренда и субъективную удовлетворенность клиентов [12].

Что касается специфической области «ресурсы с правилами к настольным играм», продукты из которой были взяты для анализа, проведенное исследование показало, что дизайн мобильных интерфейсов из этой области имеет достаточно серьезные проблемы. Не выявлено систематизированных методик разработки подобных продуктов. Подобные интерфейсы делают либо максимально минималистичными, либо, наоборот, в угоду чрезмерной стилизации всех элементов жертвуют удобством использования. В некоторых случаях складывается впечатление, что продуманного дизайна концепции проекта не было вовсе, а цвета и шрифты были подобраны случайно. И даже у продуманных интерфейсов выявляются достаточно серьезные проблемы.

После подведения итогов становится очевидно, что разработанная методика оценки интерфейса эффективна и полезна для работы любого дизайнера в данной сфере, а ее применение в области сайтов и приложений с правилами к настольным играм необходимо для улучшения дизайна подобных продуктов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дизайн прототипа музыкального приложения / С. Л. Гутарова, Е. А. Максакова, Е. А. Мосина, Е. В. Некрасова, С. П. Рассадина // Технологии и качество. 2020. № 4(50). С. 27–32.
2. Scacca S. Are Mobile Pop-Ups Dying? Are They Even Worth Saving? URL: <https://www.smashingmagazine.com/2018/04/mobile-pop-up-ads> (дата обращения: 07.01.2024).
3. Погорелова Е. В., Колотилина М. А., Александрова А. О. Дизайн мобильных приложений для визуализации коммуникации бизнеса и пользователя // Проблемы развития предприятий: теория и практика. 2019. № 1-2. С. 234–236.
4. Справочное руководство по типографике в мобильном веб-дизайне. URL: <https://www.uprock.ru/articles/spravochnoe-rukovodstvo-po-tipografike-v-mobilnom-veb-dizayne> (дата обращения: 12.01.2024).
5. WebAIM: Web Accessibility in Mind. URL: <https://webaim.org> (дата обращения: 12.01.2024).
6. World Wide Web Consortium (W3C). URL: <https://www.w3.org> (дата обращения: 20.01.2024).
7. Интерлиньяж. Простая математика // ВКонтакте : соц. сеть. URL: <https://vc.ru/design/463440-interlinyazh-prostaya-matematika> (дата обращения: 22.01.2024).
8. Инструмент для определения шрифта онлайн. URL: <https://www.whatfontis.com> (дата обращения: 22.01.2024).
9. Плагин для определения шрифта на сайте. URL: <http://fonts.ninja> (дата обращения: 24.01.2024).
10. Шрифты Онлайн. URL: <https://fonts-online.ru> (дата обращения: 28.01.2024).
11. Иванов А. А., Колташева Д. Д., Сардак Л. В. Методические рекомендации по разработке дизайна в стиле materialdesign для мобильного приложения под ОС Android // Актуальные вопросы преподавания математики, информатики и информационных технологий. 2019. № 4. С. 238–241.
12. Галанин С. И., Груздева Л. А. Создание ювелирной торговой марки в современной России // Технологии и качество. 2019. № 1(43). С. 26–31.

REFERENCES

1. Gutarova S. L., Maksakova E. A., Mosina E. A., Nekrasova E. V., Rassadina S. P. Design of a prototype of a musical application. *Technologii i kachestvo* [Technologies and Quality]. 2020;4(50):27–32. (In Russ.)
2. Scacca S. Are Mobile Pop-Ups Dying? Are They Even Worth Saving? URL: <https://www.smashingmagazine.com/2018/04/mobile-pop-up-ads> (accessed 07.01.2024).
3. Pogorelova E. V., Kolotilina M. A., Alexandrova A. O. Design of mobile applications for visualization of business and user communication. *Problemy razvitiya predpriyatij: teoriya i praktika* [Problems of enterprise development: theory and practice]. 2019;1-2:234–236. (In Russ.)
4. A reference guide to typography in mobile web design. URL: <https://www.uprock.ru/articles/spravochnoe-rukovodstvo-po-tipografike-v-mobilnom-veb-dizayne> (accessed 12.01.2024). (In Russ.)
5. WebAIM: Web Accessibility in Mind. URL: <https://webaim.org> (accessed 12.01.2024).
6. World Wide Web Consortium (W3C). URL: <https://www.w3.org> (accessed 20.01.2024).
7. Interlining. Simple mathematics. URL: <https://vc.ru/design/463440-interlinyazh-prostaya-matematika> (accessed 22.01.2024). (In Russ.)
8. A tool for determining the font online. URL: <https://www.whatfontis.com> (accessed 22.01.2024).
9. A plugin for determining the font on the site. URL: <http://fonts.ninja> (accessed 24.01.2024).
10. A resource with shrifts. URL: <https://fonts-online.ru> (accessed 28.01.2024).
11. Ivanov A. A., Koltasheva D. D., Sardak L. V. Methodological recommendations for the development of design in the style of material design for a mobile application for Android OS. *Aktual'nye voprosy prepodavaniya matematiki, informatiki i informacionnyh tekhnologij* [Actual issues of teaching mathematics, computer science and information technology]. 2019; 4:238–241. (In Russ.)
12. Galanin S. I., Gruzdeva L. A. The creation of a jewelry brand name in modern Russia. *Tekhnologii i kachestvo* [Technologies & Quality]. 2019;1(43):26–31. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 15.04.2024
Принята к публикации 24.05.2024

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Научная статья

УДК 004.855.5

EDN UHRDFB

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-51-58>

Дмитрий Михайлович Григорьев¹

Мария Алексеевна Григорьева²

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

¹ generalgrigorevous@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2636-561X>

² themarymakii@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-2250-3948>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ СООТВЕТСТВИЯ СОИСКАТЕЛЯ РАССМАТРИВАЕМОЙ ДОЛЖНОСТИ

Аннотация. Возможно ли спрогнозировать долгосрочность трудовых отношений и корректно оценить целесообразность вложения материальных средств и нематериальных благ в кандидата на должность? Возможно ли отказаться от психологического аспекта при рассмотрении соискателя и сделать упор исключительно на математических и логических показателях, указанных в его резюме? Данная статья рассматривает возможность использования математических методов при первичном анализе соответствия кандидата требованиям должности. Статья затрагивает исключительно математический аспект, т. е. предлагает методику расчета рейтинга соискателя на основании сравнения ключевых показателей из его резюме с требованиями должности с использованием метода анализа иерархий и вычисления косинусного расстояния между текстами с целью дальнейшего определения корреляции между компетенциями соискателя и навыками, необходимыми для успешного трудоустройства на должность. В работе приведены частные статистические данные и примеры использования указанной методики на тестовых резюме.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, косинусное расстояние, косинусное сходство, математические модели, прикладное использование математических моделей, управление человеческими ресурсами, автоматизация управления человеческими ресурсами, соискатель, оценка соискателя, вакансия, требования вакансии

Для цитирования: Григорьев Д. М., Григорьева М. А. Использование математических моделей при анализе соответствия соискателя рассматриваемой должности // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 51–58. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-51-58>.

Original article

Dmitrij M. Grigor'ev¹

Mariya A. Grigor'eva²

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

THE USAGE OF MATHEMATICAL METHODS IN ANALYSIS OF SUITABILITY OF AN APPLICANT FOR THE CONSIDERED POSITION

Abstract. Is it possible to predict the long-term nature of labor relations and correctly assess the expediency of investing material resources and non-material benefits in a candidate for a position? Is it possible to abandon the psychological aspect when considering an applicant and focus only on the mathematical and logical indicators of his resume? This article considers the possibility of usage of mathematical methods in the primary analysis of a candidate's compliance with the requirements of the position. Current article deals exclusively with the mathematical aspect and proposes a methodology for calculating the applicant's rating based on comparing key indicators of his resume with the requirements of the position using the analytic

© Григорьев Д. М., Григорьева М. А., 2024

hierarchy process and calculating the cosine distance between texts in order to further determine the correlation between the applicant's competencies and skills, which are necessary for a successful employment in the position. This article presents specific statistical data and examples of the usage of this methodology on test resumes.

Keywords: *analytic hierarchy process, cosine distance, cosine similarity, mathematical methods, an application of mathematical methods, HR, HR-management, automation of HR-management, applicant, analysis of an applicant, vacancy, vacancy requirements*

For citation: Grigor'ev D. M., Grigor'eva M. A. The usage of mathematical methods in analysis of suitability of an applicant for the considered position. *Technologies & Quality*. 2024. No 2(64). P. 51–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-51-58>.

Развитие организации любой направленности тесно связано с персоналом, т. е. с людьми, которые работают в данной организации, выполняют разного рода задачи, реализуют разной сложности проекты и в конечном итоге приносят организации прибыль. Актуально это как для государственных организаций, так и для частных. Однако для вторых борьба за человеческие ресурсы является более интенсивной, так как частные предприятия обычно не зависят от бюджетов, выделяемых вышестоящими инстанциями, и могут позволить себе самостоятельно устанавливать как условия приема соискателей, так и размер их вознаграждений, будь то непосредственно заработная плата или прочие социальные блага.

Однако, как понять, что соискатель стоит средств, которые в него предполагается вложить? Как понять, что будущий сотрудник принесет компании прибыль, а не убытки? Это сложные вопросы, на которые нет однозначного ответа, так как все случаи являются слишком частными для создания единых формул успешного найма. Тем не менее на основании частных случаев можно сформировать статистику и оценить зависимости между первичными ожиданиями соискателей, их предыдущим опытом работы и долгосрочностью будущих трудовых отношений [1, 2]. На основании указанной статистики можно рассматривать использование методов автоматизации отбора соискателей при поиске сотрудников.

В данном контексте было проведено исследование, направленное на определение зависимости между ожиданиями кандидата на должность, требованиями работодателя и целесообразностью трудоустройства кандидата. В основе исследования лежали следующие инструменты:

- 1) обучение и использование модели случайного леса;
- 2) использование метода анализа иерархии при оценке альтернативы на основании заданных параметров;
- 3) определение косинусного сходства между реальными навыками соискателя и навыками, требуемыми для трудоустройства на должность.

Для практической реализации первого инструмента и его дальнейшего применения на практике были использованы наборы данных с Kaggle: датасет I, включающий в себя свыше 70 000 записей о соискателях, их уровне образования, опыте работы, зарплатных ожиданиях и степени соответствия навыков, и датасет II, содержащий более 4000 записей об уровне образования кандидатов, релевантном опыте и уровне заработной платы («низкий», «средний», «высокий»). С обоими датасетами была проведена предварительная работа: уровни образования были переведены из строкового типа в целочисленный на основании выделенных образовательных ступеней (табл. 1), а опыт работы был переведен в месяцы с целью получения более точных результатов при дальнейшем обучении.

Т а б л и ц а 1
Образовательные ступени

Уровень образования / Ученая степень	Степень
Среднее образование	1
Неоконченное высшее	2
Высшее образование	3
Магистр	4
Специалист	4
Кандидат наук	5
Доктор наук	6

Ключевой выходной параметр датасета I Employed является логической переменной и содержит информацию о том, был ли кандидат принят на работу. Входными параметрами являются EdLevel (уровень образования), Mental Health (состояние психологического здоровья), TotalExperience (трудовой стаж в месяцах), AverageExperience (средняя продолжительность трудовых отношений с одним работодателем), Country (страна соискателя), SalaryExpectations (зарплатные ожидания) и SkillsSimilarity (степень соответствия навыков соискателя требуемым компетенциям). По этой причине датасет I был использован для обучения модели, роль которой сводится к прогнозированию целесообразности рассмотрения соискателя в качестве потенциального сотрудника.

Датасет I был нормализован, т. е. все некорректные значения были убраны, строчные значения были переведены в числовые (изменения коснулись входящего параметра EdLevel), а параметры MentalHealth и Country, которые не поддаются измерению, были исключены из рассмотрения. Также датасет I был сбалансирован,

после чего использован для обучения модели, роль которой сводится к прогнозированию целесообразности рассмотрения соискателя в качестве потенциального сотрудника.

На рис. 1 продемонстрирована выборка из исходного состояния датасета I. На рис. 2 показана выборка из обработанного датасета I.

	EdLevel	MentalHealth	TotalExperience	AverageExperience	Country	SalaryExpectations	SkillsSimilarity	Employed
0	Master	No	86	22	Sweden	51000	0,4	0
1	Undergraduate	No	144	36	Spain	46000	1,2	1
2	Master	No	188	63	Germany	77000	0,7	0
3	Undergraduate	No	109	36	Canada	46000	1,3	0
4	PhD	No	485	162	Singapore	160000	0,2	0
5	Master	No	114	114	France	38000	0,5	0
6	Master	No	320	320	Germany	77000	1,7	1
7	Master	No	178	59	Switzerland	81000	0,4	0
8	Undergraduate	No	473	237	United Kingdom	68000	0,3	0
9	Master	No	243	61	Russian Federation	37000	0,6	0
10	Undergraduate	Yes	55	14	Israel	122000	1,8	1
11	Undergraduate	Yes	80	16	Turkey	11000	1,3	1
12	Master	No	232	232	Germany	60000	0,5	0
13	Undergraduate	No	96	24	United States	103000	0,7	0
14	Master	No	83	28	France	25000	0,5	0
15	Undergraduate	Yes	269	54	Brazil	60000	1,6	1
16	Other	Yes	87	29	Bulgaria	20000	0,5	0
17	Undergraduate	No	152	30	Greece	25000	2,5	1
18	Master	Yes	414	69	United Kingdom	64000	1,4	1
19	Master	No	260	130	Italy	54000	1,7	1
20	Other	No	62	31	Russian Federation	22000	1,2	0
21	Other	Yes	306	153	Canada	71000	0,6	0
22	Master	No	251	251	Spain	58000	0,7	1
23	Undergraduate	No	291	146	United Kingdom	129000	1,2	0
24	Master	No	126	126	Netherlands	25000	0,7	0
25	Undergraduate	No	308	308	United States	105000	0,6	0
26	Undergraduate	No	154	77	Poland	45000	3,9	1
27	PhD	No	129	22	Canada	151000	0,8	0
28	Undergraduate	No	129	129	Sweden	40000	0,8	0
29	Undergraduate	No	149	30	Switzerland	43000	2,4	1
30	Master	No	302	151	Hungary	42000	2,1	1
31	Other	No	378	126	Canada	95000	1	1
32	PhD	No	225	225	United States	100000	0,8	0
33	Undergraduate	No	321	321	United Kingdom	61000	1	1

Рис. 1. Выборка из датасета I в исходном состоянии

	Education	TotalExperience	AverageExperience	SalaryExpectations	SkillsSimilarity	Hired
0	4	86	22	51000	0,4	0
1	3	144	36	46000	1,2	1
2	4	188	63	77000	0,7	0
3	3	109	36	46000	1,3	0
4	6	485	162	160000	0,2	0
5	4	114	114	38000	0,5	0
6	4	320	320	77000	1,7	1
7	4	178	59	81000	0,4	0
8	3	473	237	68000	0,3	0
9	4	243	61	37000	0,6	0
10	3	55	14	122000	1,8	1
11	3	80	16	11000	1,3	1
12	4	232	232	60000	0,5	0
13	3	96	24	103000	0,7	0
14	4	83	28	25000	0,5	0
15	3	269	54	60000	1,6	1
16	1	87	29	20000	0,5	0
17	3	152	30	25000	2,5	1
18	4	414	69	64000	1,4	1
19	4	260	130	54000	1,7	1
20	1	62	31	22000	1,2	0
21	1	306	153	71000	0,6	0
22	4	251	251	58000	0,7	1
23	3	291	146	129000	1,2	0
24	4	126	126	25000	0,7	0
25	3	308	308	105000	0,6	0
26	3	154	77	45000	3,9	1
27	6	129	22	151000	0,8	0
28	3	129	129	40000	0,8	0
29	3	149	30	43000	2,4	1
30	4	302	151	42000	2,1	1
31	1	378	126	95000	1	1
32	5	225	225	100000	0,8	0
33	3	321	321	61000	1	1

Рис. 2. Выборка из датасета I после нормализации и балансировки

Ключевой выходной параметр датасета II LeaveOrNot также является логической переменной, но содержит информацию о том, покинет ли потенциальный сотрудник место работы в ближайшие два года. Входными параметрами являются Education (уровень образования), PaymentTier (уровень запроса кандидата по размеру заработной платы, где значение «1» говорит о запросе меньшем, чем готов предложить работодатель, значение «2» говорит о попадании в зарплатную вилку, предлагаемую работодателем, а значение «3» говорит о запросе, превышающем предложение работодателя), ExperienceMonth (трудовой стаж в месяцах), Average (средняя продолжительность трудовых отношений с одним работодателем), Extroversion (показатель экстраверсии от 1 до 10 по метрикам психологического тестирования BigFive), Neuroticism (показатель нейротизма от 1 до 10 по метрикам психологического тестирования BigFive), Kindness (показатель дружелюбия от 1 до 10 по метрикам психологического тестирования BigFive), Scrupulosity (показатель ответственности от 1 до 10 по метрикам психологического тестирования BigFive) и Intellect (показатель интеллекта от 1 до 10 по метрикам психологического тестирования BigFive).

Датасет II также был нормализован, т. е. все некорректные значения были убраны, а строчные значения были переведены в числовые (изменения коснулись входящего параметра Education). Также датасет II был сбалансирован, после чего использован для обучения другой модели, прогнозирующей приблизительную длительность трудовых отношений с потенциальным сотрудником.

На рис. 3 продемонстрирована выборка из исходного состояния датасета II. На рис. 4 показана выборка из обработанного датасета II.

Для применения математических методов (метод анализа иерархии и определение косинусного сходства) были рассмотрены критерии, выдвигаемые работодателем к соискателю при создании вакансий на агрегаторе hh.ru. В их число вошли:

- требования к уровню образования;
- требования к опыту работы [3, 4];
- предлагаемая заработная плата;
- требования к графику работы и форме занятости;
- требования по возможности переезда и командировок.

Дополнительным параметром стала надежность кандидата, вычисляемая как отношение общего стажа к количеству мест работы.

Первой математической моделью стал метод анализа иерархий, используемый при принятии решений при поиске альтернатив [5]. При проведении данного исследования метод был видоизменен с целью исключения сравнения кандидатов – теперь кандидаты должны были сравниваться только с требованиями вакансии. Каждому кандидату выставляется рейтинг, имеющий прямую зависимость от его соответствия параметрам вакансии. При этом параметры должны быть настраиваемыми, т. е. работодатель при создании вакансии должен иметь возможность установить ранги, повышающие или понижающие значимость требования при рассмотрении кандидата. Как было сказано ранее, решено было рассматривать шесть параметров, т. е. рангов тоже получилось шесть. При этом работодатель может указать одинаково высокий или одинаково низкий ранг у каждого критерия, что в итоге приведет к одному и тому же результату при вычислении весов параметров, влияющих на формирование рейтинга соискателя.

Следующим математическим методом стало вычисление косинусного расстояния между текстами с целью последующего определения их сходства [6], что позволило бы оценить соответствие навыков кандидата тем навыкам, которые перечислены в вакансии. С одной стороны, достаточно было определить вхождения одних навыков в массив других, но при перечислении компетенций могут менять формулировки, в связи с чем данное сравнение показало бы грубый результат, не соответствующий действительности. Таким образом, было решено принимать на вход два текста, приводить лингвистические единицы к леммам, определять общие массивы слов и затем определять совпадение. Чем выше уровень совпадения, тем выше соответствие компетенций кандидата навыкам, требуемым в вакансии.

Показатель косинусного сходства, равно как и стандартные требования, также был использован при определении соответствия соискателя. Таким образом, для вычисления рейтинга соискателя были разработаны формулы, приведенные в табл. 2.

На рис. 5 продемонстрированы требования должности. Данные требования являются тестовыми и предполагают исключительно демонстрацию возможностей разрабатываемой системы и применяемых инструментов.

Education	PaymentTier	ExperienceMonth	Average	Extroversion	Neuroticism	Kindness	Scrupulosity	Intellect	LeaveOrNot	
0	Bachelors	3	4	2	2	1	9	8	10	0
1	Bachelors	1	78	10	3	4	5	10	9	1
2	Bachelors	3	29	6	8	9	3	10	10	0
3	Masters	3	183	23	2	3	6	10	3	1
4	Masters	3	56	14	6	6	5	10	5	1
5	Bachelors	3	8	4	8	2	8	5	10	0
6	Bachelors	3	9	9	3	3	2	1	6	0
7	Bachelors	3	57	7	2	2	7	7	6	1
8	Bachelors	3	34	17	6	1	10	10	8	0
9	Masters	2	83	21	7	4	1	1	9	0
10	Masters	3	180	26	8	7	2	1	3	1
11	Bachelors	3	82	12	10	8	9	8	3	0
12	Bachelors	3	61	6	2	8	7	3	5	1
13	Bachelors	3	25	6	1	5	7	4	6	0
14	Bachelors	3	150	15	7	9	7	7	3	0
15	Bachelors	1	36	6	3	8	5	6	5	0
16	Bachelors	3	33	5	7	1	7	6	2	0
17	Bachelors	3	98	12	2	5	8	1	7	0
18	Bachelors	2	8	4	8	9	9	8	9	1
19	Bachelors	2	8	4	3	7	7	9	6	1
20	Bachelors	3	4	2	1	1	8	9	10	0
21	Masters	2	148	21	1	9	8	8	7	0
22	Bachelors	2	81	9	3	3	2	7	6	0
23	Bachelors	3	62	8	9	9	10	4	5	0
24	Bachelors	3	150	25	2	2	3	8	1	0
25	Bachelors	3	4	4	5	4	1	3	1	0
26	Bachelors	3	54	18	8	3	9	2	5	0
27	Bachelors	3	28	14	8	4	6	4	8	0
28	Bachelors	2	32	5	9	8	1	4	3	1
29	Masters	2	29	4	10	4	8	1	8	0
30	PHD	3	115	16	7	10	1	1	2	0
31	Bachelors	3	18	5	10	10	1	3	2	0
32	Bachelors	3	56	6	3	9	5	7	7	1
33	Bachelors	3	66	13	2	3	2	7	6	0

Рис. 3. Выборка из датасета II в исходном состоянии

Education	PaymentTier	ExperienceMonth	Average	Extroversion	Neuroticism	Kindness	Scrupulosity	Intellect	LeaveOrNot	
0	3	3	4	2	2	1	9	8	10	0
1	3	1	78	10	3	4	5	10	9	1
2	3	3	29	6	8	9	3	10	10	0
3	4	3	183	23	2	3	6	10	3	1
4	4	3	56	14	6	6	5	10	5	1
5	3	3	8	4	8	2	8	5	10	0
6	3	3	9	9	3	3	2	1	6	0
7	3	3	57	7	2	2	7	7	6	1
8	3	3	34	17	6	1	10	10	8	0
9	4	2	83	21	7	4	1	1	9	0
10	4	3	180	26	8	7	2	1	3	1
11	3	3	82	12	10	8	9	8	3	0
12	3	3	61	6	2	8	7	3	5	1
13	3	3	25	6	1	5	7	4	6	0
14	3	3	150	15	7	9	7	7	3	0
15	3	1	36	6	3	8	5	6	5	0
16	3	3	33	5	7	1	7	6	2	0
17	3	3	98	12	2	5	8	1	7	0
18	3	2	8	4	8	9	9	8	9	1
19	3	2	8	4	3	7	7	9	6	1
20	3	3	4	2	1	1	8	9	10	0
21	4	2	148	21	1	9	8	8	7	0
22	3	2	81	9	3	3	2	7	6	0
23	3	3	62	8	9	9	10	4	5	0
24	3	3	150	25	2	2	3	8	1	0
25	3	3	4	4	5	4	1	3	1	0
26	3	3	54	18	8	3	9	2	5	0
27	3	3	28	14	8	4	6	4	8	0
28	3	2	32	5	9	8	1	4	3	1
29	4	2	29	4	10	4	8	1	8	0
30	5	3	115	16	7	10	1	1	2	0
31	3	3	18	5	10	10	1	3	2	0
32	3	3	56	6	3	9	5	7	7	1
33	3	3	66	13	2	3	2	7	6	0

Рис. 4. Выборка из датасета II после нормализации и балансировки

Т а б л и ц а 2

Критерии соответствия кандидата должности и формулы для их определения

Критерий	Обозначение	Формула
Уровень образования / Ученая степень	R_{edu}	$\frac{edu_{user} - sign_{edu}}{edu_{vacancy}} \cdot 10,$ <p>где edu_{user} – уровень образования соискателя; $edu_{vacancy}$ – требуемый уровень образования для трудоустройства на должность; $sign_{edu}$ – уровень значимости критерия «Уровень образования» (указывается работодателем)</p>

Критерий	Обозначение	Формула
Опыт работы	R_{exp}	$\frac{2 \exp_{user}}{\exp_{vacancy-min} + \exp_{vacancy-max}} \text{sign}_{exp} \cdot 10,$ <p>при $\exp_{user} \leq \frac{\exp_{vacancy-min} + \exp_{vacancy-max}}{2}$</p> <p>или</p> $\frac{\exp_{vacancy-min} + \exp_{vacancy-max}}{2 \exp_{user}} \text{sign}_{exp} \cdot 10,$ <p>при $\exp_{user} > \frac{\exp_{vacancy-min} + \exp_{vacancy-max}}{2}$,</p> <p>где \exp_{user} – опыт работы соискателя; $\exp_{vacancy-min}$ – минимальный требуемый опыт работы для трудоустройства на должность; $\exp_{vacancy-max}$ – максимальный требуемый опыт работы для трудоустройства на должность; sign_{exp} – уровень значимости критерия «Опыт работы» (указывается работодателем)</p>
Зарплатные ожидания	R_{sal}	$\frac{2 \text{sal}_{user}}{\text{sal}_{vacancy-min} + \text{sal}_{vacancy-max}} \text{sign}_{sal} \cdot 10,$ <p>при $\text{sal}_{user} \leq \frac{\text{sal}_{vacancy-min} + \text{sal}_{vacancy-max}}{2}$</p> <p>или</p> $\frac{\text{sal}_{vacancy-min} + \text{sal}_{vacancy-max}}{2 \text{sal}_{user}} \text{sign}_{sal} \cdot 10,$ <p>при $\text{sal}_{user} > \frac{\text{sal}_{vacancy-min} + \text{sal}_{vacancy-max}}{2}$,</p> <p>где sal_{user} – зарплатные ожидания соискателя; $\text{sal}_{vacancy-min}$ – минимальный размер зарплаты, предлагаемый работодателем; $\text{sal}_{vacancy-max}$ – максимальный размер зарплаты, предлагаемый работодателем; sign_{sal} – уровень значимости критерия «Зарплатные ожидания» (указывается работодателем)</p>
Формат работы	R_F	$(\text{cor}_{form} + \text{cor}_{schedule}) \text{sign}_F \cdot 10,$ <p>где cor_{form} – корреляция по форме занятости (0 или 1); $\text{cor}_{schedule}$ – корреляция по графику (0 или 1); sign_F – уровень значимости критерия «Формат работы» (указывается работодателем)</p>
Мобильность (возможность переезда и командировок)	R_M	$(\text{cor}_{duty} + \text{cor}_{relocation}) \text{sign}_M \cdot 10,$ <p>где cor_{duty} – корреляция по возможности командировок (0 или 1); $\text{cor}_{relocation}$ – корреляция по возможности переезда (0 или 1); sign_M – уровень значимости критерия «Мобильность» (указывается работодателем)</p>
Рейтинг соискателя	R_{Total}	$R_{edu} + R_{exp} + R_{sal} + R_F + R_M + \text{CosSim},$ <p>где CosSim – косинусное сходство между требуемыми навыками и навыками соискателя (от 0,00 до 10,00)</p>

В целях демонстрации возможностей системы было создано 4 набора данных, каждый из которых содержит сведения о 200 кандидатах.

Таким образом, в систему было загружено 800 записей о тестовых кандидатах, содержащие сведения об уровне образования, опыте работы,

надежности (средняя продолжительность трудовых отношений с одним работодателем), зарплатных ожиданиях, готовности к переезду и командировкам, предпочитаемых формах занятости и графике работы. Также созданные наборы данных включали информацию о навыках кандидатов и результатах тестирования личности в соответствии с методикой BigFive. При использовании математических методов вычислялся рейтинг кандидатов (рейтинг МАИ), а при использовании моделей случайного леса прогнозировались целесообразность рассмотрения кандидата на должность (датасет I

лежит в основе показателя «Вывод ИИ») и ожидаемая длительность трудовых отношений (датасет II лежит в основе показателя «Ожидаемая длительность трудовых отношений»). Сведения представлены на рис. 6 и 7.

ВЫВОДЫ

Предложена методика анализа соответствия соискателя рассматриваемой должности, в основе которой лежит использование математических методов и обученных моделей случайного леса.

Вакансия "Системный аналитик"
TeamMate Inc. 28.04.2024 в 19:49

Скрыть

Должностные обязанности
Должностные обязанности отсутствуют.

Требования
Тестовая вакансия
Навыки:
Пресейл; Scrum; Agile; Waterfall; BPMN; UML; Atlassian Jira; Atlassian Confluence; Деловые коммуникации; Исполнительность; Стрессоустойчивость

Соискатели | 0

Похоже, на данную вакансию пока никто не откликнулся...

Выбрать файл

Параметры

Локация: Россия, Москва

Зарплатная плата: от 80000 до 100000 RUB

Образование: Магистр

Опыт работы: от 3 до 6 лет

Форма занятости: Полная занятость

График работы: Полный день

Командировки: не предполагаются

Переезд: требуется

Рис. 5. Требования должности: базовые параметры и компетенции

Тестовые соискатели 800		Вывод ИИ: Рекомендуется		Вывод ИИ: Рекомендуется	
Кириллова К К Россия, Волгоград	Ожидаемая длительность трудовых отношений: меньше 2 л.	Рейтинг МАИ - 31.4		Прокопьев П П Россия, Иркутск	Ожидаемая длительность трудовых отношений: больше 2 л.
Детальный рейтинг:				Рейтинг МАИ - 30.8	
Зарплатные ожидания - 176000	0,24			Детальный рейтинг:	0,28
Опыт работы - 66 мес.	3,49			Зарплатные ожидания - 53000	3,02
Надежность - 17,0 мес.	4,05			Опыт работы - 57 мес.	1,67
Образование - Специалист	0,48			Надежность - 7,0 мес.	0,48
Образование - Специалист				Образование - Специалист	
Готов к переезду				Готов к переезду	
Не готов к командировкам				Не готов к командировкам	
Навыки:	Косинусное сходство - 7.83 / 10			Навыки:	Косинусное сходство - 7.83 / 10
Управление проектами; Управление командой; Деловые коммуникации; Пресейл; Scrum; Agile; Waterfall; BPMN; UML; Atlassian Jira; Atlassian Confluence				Управление проектами; Управление командой; Деловые коммуникации; Пресейл; Scrum; Agile; Waterfall; BPMN; UML; Atlassian Jira; Atlassian Confluence	
Big Five:				Big Five:	
Командная работа - 9.5 / 10				Командная работа - 9.0 / 10	
Профессионализм - 7.0 / 10				Профессионализм - 7.3 / 10	
28.04.2024 в 21:35				28.04.2024 в 21:32	

Рис. 6. Оценка кандидатов, рекомендуемых системой к рассмотрению

Евсеева Е Е	Вывод ИИ: Не рекомендуется	Демьянов Д Д	Вывод ИИ: Не рекомендуется
Россия, Волгоград		Россия, Тамбов	
Ожидаемая длительность трудовых отношений: меньше 2 л.		Ожидаемая длительность трудовых отношений: больше 2 л.	
Детальный рейтинг: Зарплатные ожидания - 25000 Опыт работы - 8 мес. Надежность - 4.0 мес. Образование - Неоконченное высшее	Рейтинг МАИ - 9.05 Косинусное сходство - 0.0 / 10	Детальный рейтинг: Зарплатные ожидания - 17000 Опыт работы - 9 мес. Надежность - 9.0 мес. Образование - Неоконченное высшее	Рейтинг МАИ - 9.0 Косинусное сходство - 0.0 / 10
Не готов к переезду Не готов к командировкам		Готов к переезду Не готов к командировкам	
Навыки: HTML, CSS, JS		Навыки: HTML, CSS, JS	
Big Five: Командная работа - 3.5 / 10 Профессионализм - 3.3 / 10		Big Five: Командная работа - 1.0 / 10 Профессионализм - 4.3 / 10	
	06.05.2024 в 14:51		06.05.2024 в 14:46

Рис. 7. Оценка кандидатов, не рекомендуемых системой к дальнейшему рассмотрению

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Клеткина Н. В. Актуальность и методы отбора персонала. Проблемы и пути их решения // Научный журнал. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-i-metody-otbora-personala-problemy-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Белова Е. Анализируем резюме // HR-академия. URL: <https://hr-academy.ru/hrarticle/analiziruem-rezume.html> (дата обращения: 10.04.2024).
3. Стародубцева М. Анализ резюме: как рекрутеру понять, стоит ли приглашать кандидата на собеседование // PAMPADU : онлайн-платформа. URL: <https://pampadu.ru/blog/4707-analiz-rezyume-kak-rekruteru-ponyat-stoit-li-priglashtat-kandidata-na-sobesedovanie> (дата обращения: 10.04.2024).
4. Профессиональный анализ резюме // Клерк.ру. URL: <https://www.klerk.ru/blogs/rosco/501251> (дата обращения: 10.04.2024).
5. Analytic hierarchy process // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process (дата обращения: 10.04.2024).
6. Cosine similarity // Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cosine_similarity (дата обращения: 10.04.2024).

REFERENCES

1. Kletkina N. V. Actuality and methods of employee recruitment. Problems and ways of their solution. *Nauchnyy zhurnal* [Scientific journal]. 2017. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-i-metody-otbora-personala-problemy-i-puti-ih-resheniya> (accessed 10.04.2024). (In Russ.)
2. Belova E. Analyzing a resume. URL: <https://hr-academy.ru/hrarticle/analiziruem-rezume.html> (accessed 10.04.2024). (In Russ.)
3. Starodubceva M. Resume analysis: how can a recruiter understand whether it is worth inviting a candidate for an interview. URL: <https://pampadu.ru/blog/4707-analiz-rezyume-kak-rekruteru-ponyat-stoit-li-priglashtat-kandidata-na-sobesedovanie> (accessed 10.04.2024). (In Russ.)
4. Professional resume analysis. URL: <https://www.klerk.ru/blogs/rosco/501251> (accessed 10.04.2024). (In Russ.)
5. Analytic hierarchy process. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Analytic_hierarchy_process (accessed 10.04.2024).
6. Cosine similarity URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cosine_similarity (accessed 10.04.2024).

Статья поступила в редакцию 16.05.2024
Принята к публикации 24.05.2024

Обзорная статья

УДК 689

EDN WSYJBK

<https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-59-63>

Даниил Вячеславович Скачков¹

Юрий Леонидович Лустгартен²

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

¹dan-s.skachkov@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5196-4588>

²ylust@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3200-4490>

АРХИТЕКТУРА ПРИЛОЖЕНИЯ КОНСТРУКТОРА БОТОВ ДЛЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Аннотация. В статье рассматривается проблема построения архитектуры приложения для эффективной интеграции ботов в бизнес-процессы. Авторы проводят анализ возможностей разработки ботов с использованием популярного мессенджера Telegram. Оцениваются аналоги трех основных конструкторов ботов (BotMan, PuzzleBot и SAMBOT), что позволяет определить их преимущества и недостатки. Рассматриваются различные архитектурные подходы, включая N-слойную, гексагональную, луковую и чистую, с целью выбора наиболее подходящего для данной задачи. Наконец, предлагается структурированное решение для back-end приложения на .NET с использованием ASP.NET. Предложенный подход обеспечивает эффективную интеграцию ботов в бизнес-процессы благодаря тщательно продуманной архитектуре.

Ключевые слова: разработка конструктора, возможности конструкторов, архитектура конструктора Telegram ботов, архитектура, луковая архитектура, монолитная архитектура, бизнес-процесс

Для цитирования: Скачков В. Д., Лустгартен Ю. Л. Архитектура приложения конструктора ботов для бизнес-процессов // Технологии и качество. 2024. № 2(64). С. 59–63. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-59-63>.

Review article

Daniil V. Skachkov¹

Yuriy L. Lustgarten²

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

ARCHITECTURE OF THE BOT DESIGNER APPLICATION FOR BUSINESS PROCESSES

Abstract. The article discusses the problem of building an application architecture for the effective integration of bots into business processes. The authors analyze the possibilities of developing bots using the popular Telegram messenger. The analogues of the three main bot constructors (Batman, PuzzleBot and SAMBOT) are evaluated, which allows us to determine their advantages and disadvantages. Various architectural approaches, including N-layer, hexagonal, onion and pure, are considered in order to choose the most suitable for this task. Finally, a structured solution is proposed for the back-end of the application on .NET using ASP.NET. The proposed approach ensures effective integration of bots into business processes thanks to a carefully thought-out architecture.

Keywords: designer development, designer capabilities, Telegram bot designer architecture, architecture, onion architecture, monolithic architecture, business process

For citation: Skachkov D. V., Lustgarten Yu. L. Architecture of the bot designer application for business processes. Technologies & Quality. 2024. No 2(64). P. 59–63. (In Russ.). <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2024-2-64-59-63>.

Боты стали неотъемлемой частью общения в современном цифровом мире. Эти автоматизированные программы предлагают широкий спектр услуг от предоставления информации до выполнения услуг и развлечения пользователей.

Одними из популярных являются Телеграм-боты. Для их создания используются различные платформы и инструменты. Разработчики могут использовать следующие методы:

– официальный Telegram Bot API [1] для прямого взаимодействия с платформой Telegram через HTTPS-протокол;

© Скачков Д. В., Лустгартен Ю. Л., 2024

- сторонние библиотеки и фреймворки, которые упрощают процесс разработки;
- конструкторы ботов, для которых не требуются навыки программирования.

Разрабатываемая система является аналогом конструктора. Одно из требований к системе – пользователь без опыта программирования должен иметь возможность создавать и настраивать ботов в соответствии с конкретными требованиями своего бизнеса. Для учета в разрабатываемой системе преимуществ и недостатков существующих конструкторов был проведен их анализ. Среди основных аналогов [2] можно выделить BotMan [3], PuzzleBot [4] и SAMBOT [5] с точки зрения наилучшего функционала и аудитории. Анализ и тестирование существующих конструкторов чат-ботов выявил их неспособность удовлетворять современным потребностям, таким как работа с собственной базой данных, интеграция с информационными источниками, поддержка различных платформ обмена сообщениями и гибкая настройка ботов.

Ограничения существующих конструкторов в удовлетворении этих потребностей приводят к зависимости от сторонних сервисов, сложностям в интеграции и недостаточной гибкости. Это подчеркивает необходимость в новой системе конструкторов, которая преодолевает эти ограничения и предоставляет пользователям расширенные возможности для создания ботов, отвечающих их уникальным требованиям.

Для создания масштабируемых, гибких и надежных ботов, которые могут интегрироваться с различными системами и адаптиро-

ваться к изменяющимся требованиям, необходим более комплексный подход к проектированию архитектуры. Общая архитектура всей системы представлена на рис. 1. Система состоит из нижеперечисленных основных компонентов.

1. ClientApplication – клиентское desktop или веб-приложение. Представляет пользовательский интерфейс системы. Принимает и передает данные от API системы через протокол HTTPS.

2. LocalMessengerAPI – back-end приложение на ASP.NET. Обрабатывает входящие запросы, выполняет задачи, взаимодействует с базой данных для хранения и извлечения данных и интегрируется с внешними сервисами для расширения функциональности ботов. Подходом, выбранным для разработки, является REST (Representational State Transfer). REST был выбран в связи с тем, что нет требования по скорости выполнения запросов и основной упор делается на гибкость и простоту реализации.

3. Postgres SQL Server – сервер, на котором расположена база данных. Выбранной СУБД является Postgres SQL. Она более масштабируемая, чем другие, предоставляет большой набор функций. На данном сервере будут находиться две базы данных. Первая для LocalMessengerAPI, вторая для TelegramAPI.

4. TelegramAPI – сервис-прослойка для обмена сообщениями между Telegram и конструктором по протоколу HTTPS. При отправке сообщений в Telegram данный сервис получает обновления и отправляет их на LocalMessengerAPI.

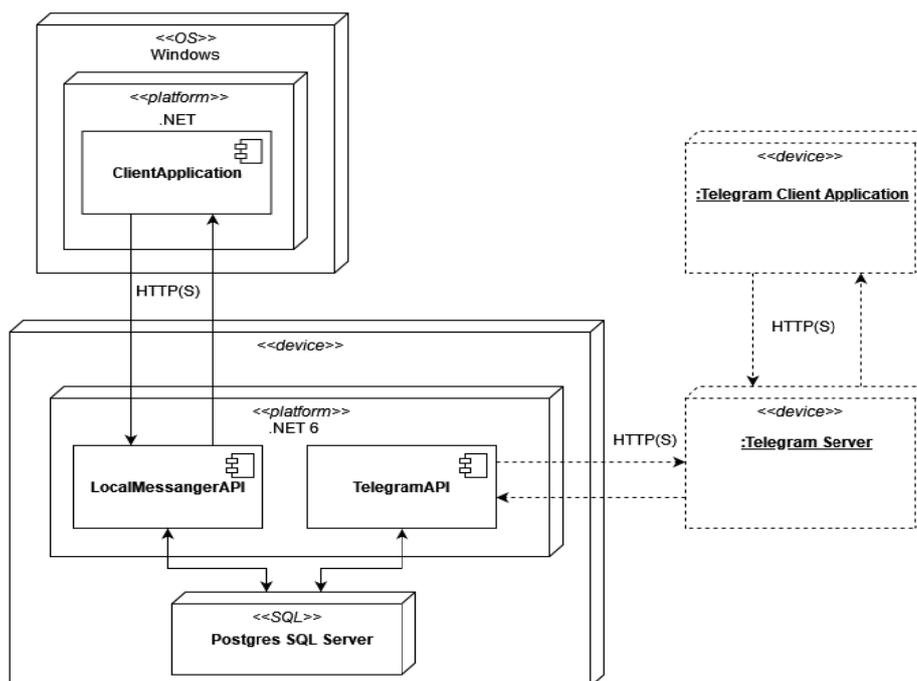


Рис. 1. Архитектура системы

Сама по себе система будет иметь модульную монолитную архитектуру. Микросервисная архитектура требует управления несколькими кластерами, каждый из которых запускает один или несколько микросервисов. Это может увеличить сложность и накладные расходы на управление. Кроме этого, монолитную модульную архитектуру проще разрабатывать, поскольку все компоненты объединены в один

физический модуль, а внутри системы деление идет на несколько модулей.

Существует множество архитектур решения для различных систем. Среди основных известных можно выделить такие архитектуры, как N-слойная, луковая, гексагональная, чистая [6, 7]. Для выбора архитектуры был проведен сравнительный анализ, который представлен в таблице.

Т а б л и ц а

Сравнительный анализ архитектур решений

Характеристика	N-слойная	Луковая	Гексагональная	Чистая
Структура	Плоские слои с зависимостями между ними	Концентрические слои	Порты и адаптеры	Центр, внутренний и внешний круги
Фокус	Разделение обязанностей и тестируемость	Изоляция доменной логики	Гибкость и независимость	Независимость и модульность
Связь между слоями	Связи между слоями	Внутренние слои зависят от внешних	Адаптеры связывают порты и приложения	Внешний круг зависит от внутреннего
Тестируемость	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая
Модульность	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая
Гибкость	Средняя	Средняя	Высокая	Низкая
Сложность реализации	Низкая	Низкая	Высокая	Средняя
Интуитивность	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя

Анализ каждой из архитектур показал, что N-слойная, гексагональная и чистая архитектуры избыточны для проекта конструктора ботов, так как представляют собой более сложные модели, чем луковая, в следующих аспектах:

- сложность и трудоемкость реализации: гексагональная и чистая архитектуры требуют больших затрат времени и усилий для реализации, что не соответствует простоте и скорости разработки, необходимым для конструктора ботов;
- потребность в более детальном изучении. Применение гексагональной и чистой архитектур требует более глубокого понимания их тонкостей и специфики реализации. Это может отнимать дополнительное время на изучение и проектирование, что нецелесообразно в данном проекте;
- ограниченная гибкость: N-слойная архитектура может ограничивать гибкость в интеграции с внешними сервисами, что важно для конструктора ботов, который может использовать различные API и интеграции.

С учетом новых потребностей системы была выбрана луковая архитектура по следующим причинам:

1) позволяет легко работать с базами данных различной структуры благодаря четкому разделению между доменом и инфраструктурой;

2) упрощает интеграцию с различными информационными системами за счет слабосвязанных компонентов и использования абстракций и адаптеров;

3) позволяет легко подключать систему конструкторов к различным внешним системам и сервисам, которые могут предоставлять данные, функциональность или интеграцию с другими платформами, сохраняя целостность и независимость доменного слоя;

4) обеспечивает гибкость в настройке ботов под конкретные чаты или группы пользователей, поскольку доменный слой не зависит от внешних факторов и легко адаптируется к меняющимся требованиям.

Таким образом, луковая архитектура предоставляет прочную и масштабируемую основу для системы конструкторов, удовлетворяя ее потребности в гибкости, интеграции и поддержке различных платформ и источников данных. Структура решения представлена на рис. 2. Строгие зависимости не были применены по причине того, что это увеличивает сложность реализации системы. Зависимости проектов извне вовнутрь:

- 1) Domain не имеет зависимостей;
- 2) Application зависит от Domain;
- 3) Infrastructure зависит от Domain и Application;
- 4) WebApi зависит от Application и Infrastructure.

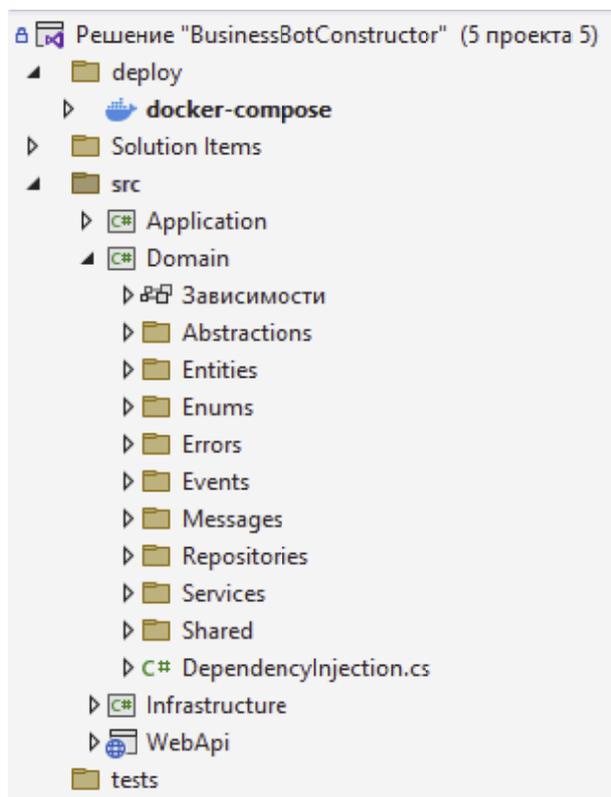


Рис. 2. Структура решения в Visual Studio

Были изучены и сравнены различные архитектурные подходы, включая N-слойную архитектуру, гексагональную архитектуру, чистую архитектуру и луковую архитектуру. После оценки применимости каждого подхода к требованиям телеграм-бота была выбрана луковая архитектура из-за ее преимуществ в обеспечении слабой связи между компонентами, устой-

чивости к изменениям и возможности горизонтального масштабирования. Затем реализована луковая архитектура для системы конструкторов бота, включая определение слоев, компонентов и их взаимодействий. Далее разработаны основные доменные сущности для будущего использования в системе.

ВЫВОДЫ

Анализ различных конструкторов ботов (BotMan, PuzzleBot и SAMBOT) позволяет разработчикам выбрать решение, которое наилучшим образом соответствует их конкретным требованиям. Но этого недостаточно для современных потребностей, таких как интеграция с внешними информационными системами и подключение собственных баз данных. Четко определенная архитектура является основой для создания конструктора ботов. Архитектура определяет структуру и взаимодействие компонентов бота, обеспечивая его производительность, масштабируемость, безопасность и простоту обслуживания. Луковая архитектура была выбрана для данного телеграм-бота из-за ее преимуществ в обеспечении слабой связи между компонентами, устойчивости к изменениям и возможности горизонтального масштабирования. Предложенный в статье подход к построению архитектуры приложения в будущем обеспечит эффективную интеграцию ботов в бизнес-процессы благодаря тщательно продуманному выбору конструкторов ботов, архитектурных подходов и реализации на базе .NET с использованием ASP.NET и луковой архитектуры решения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Telegram Core : сайт. URL: <https://core.telegram.org> (дата обращения: 05.02.2024).
2. Какой конструктор чат-ботов выбрать? Сравнение 67 сервисов для Telegram // ВКонтакте : соц. сеть. URL: <https://vc.ru/services/389239-kakoy-konstruktor-chat-botov-vybrat-sravnenie-67-servisov-dlya-telegram> (дата обращения: 16.02.2024).
3. BotMan. URL: <https://botman.pro> (дата обращения: 17.02.2024).
4. PuzzleBot. URL: <https://puzzlebot.top> (дата обращения: 17.02.2024).
5. SAMBOT. URL: <https://sambot.ru> (дата обращения: 17.02.2024).
6. Hexagonal vs Clean vs Onion Architectures: Choosing the Right Architecture. URL: <https://programmingpulse.vercel.app/blog/hexagonal-vs-clean-vs-onion-architectures> (дата обращения: 21.02.2024).
7. Эволюция серверной архитектуры: N-слойная, DDD, шестиугольная, луковичная, чистая // NOP: Nuances of programming. Образовательные статьи и переводы – все для программиста. URL: <https://nuancesprog.ru/p/18856> (дата обращения: 21.02.2024).

REFERENCES

1. Telegram Core. URL: <https://core.telegram.org> (accessed 05.02.2024).
2. Which chatbot designer should I choose? Comparison of 67 services for Telegram. URL: <https://vc.ru/services/389239-kakoy-konstruktor-chat-botov-vybrat-sravnenie-67-servisov-dlya-telegram> (accessed 16.02.2024).

3. Batman. URL: <https://botman.pro> (accessed 17.02.2024).
4. PuzzleBot. URL: <https://puzzlebot.top> (accessed 17.02.2024).
5. SAMBOT. URL: <https://sambot.ru> (accessed 17.02.2024).
6. Hexagonal vs Clean vs Onion Architecture: Choosing the Right Architecture. URL: [https:// programmingpulse.vercel.app/blog/hexagonal-vs-clean-vs-onion-architectures](https://programmingpulse.vercel.app/blog/hexagonal-vs-clean-vs-onion-architectures) (accessed 21.02.2024).
7. The evolution of the server architecture: n-layer, DDD, hexagonal, bulbous, pure. URL: <https://nuancesprog.ru/p/18856> (accessed 21.02.2024).

Статья поступила в редакцию 19.05.2024
Принята к публикации 24.05.2024

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

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

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

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

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

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

1. Электронный вариант статьи выполняется в текстовом редакторе Microsoft Word (*.doc, *.docx, *.rtf). В качестве имени файла указывается фамилия, имя и отчество автора русскими буквами (например: Иванов Иван Иванович.doc). Также необходимо приложить файл статьи в формате *.pdf.
2. Все статьи проходят проверку на обнаружение текстовых заимствований в системе «Антиплагиат». Редакция принимает статьи, оригинальность которых составляет не менее 80 %. При проверке используется сайт: <http://www.antiplagiat.ru>.
3. Компьютерный набор статьи должен удовлетворять следующим требованиям: формат – А4; поля – по 2,5 см со всех сторон; гарнитура (шрифт) – Times New Roman; кегль – 14; межстрочный интервал – 1,5; абзацный отступ – 1,25 см.
4. Максимальный объем текста статьи с аннотацией, ключевыми словами, библиографическим списком и переводами – не более 14 страниц машинописного текста.
5. Аннотация к статье должна быть объемом 70–120 слов. Количество ключевых слов – от 7 до 10.
6. ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова должны быть переведены на английский язык.
7. Информация о финансировании (ссылки на гранты и пр.) указывается в круглых скобках сразу после названия статьи на русском языке.
8. Список источников оформляется по ГОСТ Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» и формируется в порядке упоминания. Ссылки в тексте статьи оформляются квадратными скобками с указанием номера издания по списку источников [5]. Если в тексте дается прямое цитирование, то в отсылке после номера источника указывают номер страницы, на которой содержится цитируемый фрагмент. Например: [1, с. 256], [2, т. 5, с. 25–26].
9. Единицы измерения приводятся в соответствии с Международной системой единиц (СИ).
10. Рисунки, схемы, диаграммы должны быть размещены в тексте статьи в соответствии с логикой изложения. В тексте статьи должна даваться ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 2). Схемы выполняются с использованием штриховой заливки или в оттенках серого цвета; все элементы схемы (текстовые блоки, стрелки, линии) должны быть сгруппированы. Каждый рисунок должен иметь порядковый номер, название и объяснение значений всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений. Электронную версию рисунка следует сохранять в форматах jpg, tif (Grayscale – оттенки серого, разрешение – не менее 300 dpi).
11. Таблицы. Каждую таблицу следует снабжать порядковым номером и заголовком. Таблицы должны быть 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. Адрес электронной почты каждого автора (без слов e-mail).
7. Открытый идентификатор каждого автора (ORCID).
8. Почтовый адрес с индексом (для последующей отправки журнала) и контактный телефон.
9. Название статьи (сокращения в названии недопустимы).
10. Ссылка на грант или источник финансирования – если есть.
11. Аннотация (70–120 слов).
12. Ключевые слова (7–10 слов или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку).
13. Тип статьи, ФИО автора, название учебного заведения, организации (место учебы, работы), название статьи, аннотация и ключевые слова на английском языке.
14. Текст статьи.
15. Список источников (формируется в порядке упоминания, нумеруется).
16. References.

Рекомендации по транслитерации

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

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

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

При подготовке раздела References транслитерируются:

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

Транслитерированные списки необходимо переработать с учетом следующих требований.

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

Разделительные знаки между полями:

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

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

Схема описания статьи:

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

Например:

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

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

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

Например:

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

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

Подробную информацию по оформлению статьи

и составлению списка источников см.:

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

Научное издание

ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО

2024 – № 2(64)

ИЮНЬ

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 20.06.2024. Дата выхода в свет 13.09.2024. Формат бумаги 60×90 1/8.
Печать трафаретная. Печ. л. 8,5. Заказ 105. Тираж 500.
Цена свободная.

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

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

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

ДЛЯ ЗАМЕТОК