

УДК 005, 004.021, 004.932:621.391+519.876.5

DOI: 10.18799/29495407/2025/4/99

Шифр специальности ВАК 1.6.6, 1.6.16

Научная статья



## Коллекция дизайнерских электроустановочных корпусов

С.Р. Коваль<sup>✉</sup>, Е.В. Вехтер

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

<sup>✉</sup>srk10@tpu.ru

**Аннотация.** Статья посвящена проектированию дизайнерских электроустановочных корпусов. Рассматриваются функциональные и эстетические характеристики изделий в контексте импортозамещения. Основное внимание удленено требованиям к дизайну и безопасности. Разработаны универсальные модули внутренностей розеток и выключателей, сочетающие функциональность и экономичность производства. Эти решения применимы в жилых интерьерах и способствуют укреплению позиций отечественного производства в условиях импортозамещения.

**Ключевые слова:** розетки, выключатели, электроустановочные изделия, дизайн, импортозамещение

**Для цитирования:** Коваль С.Р., Вехтер Е.В. Коллекция дизайнерских электроустановочных корпусов // Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика. – 2025. – Т. 3. – № 4. – С. 1–7. DOI: 10.18799/29495407/2025/4/99

---

UDC 005, 004.021, 004.932:621.391+519.876.5

DOI: 10.18799/29495407/2025/4/99

Scientific paper



## Collection of designer electrical fittings housings

S.R. Koval<sup>✉</sup>, E.V. Vekhter

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

<sup>✉</sup>srk10@tpu.ru

**Abstract.** The article is devoted to the design of electrical fittings housings with a focus on aesthetic and functional characteristics in the context of import substitution. Special attention is paid to design and safety requirements. The authors have developed the universal internal modules for sockets and switches, combining functionality and cost-effectiveness in production. These solutions are applicable in residential interiors and contribute to strengthening the position of domestic production under import substitution policy.

**Keywords:** sockets, switches, electrical fittings, design, import substitution

**For citation:** Koval S.R., Vekhter E.V. Collection of designer electrical fittings housings. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Industrial Cybernetics*, 2025, vol. 3, no. 4, pp. 1–7. DOI: 10.18799/29495407/2025/4/99

---

### Введение

Исследование в области электроустановочных изделий, в частности розеток и выключателей, представляет собой актуальное направление современного промышленного и интерьерного дизайна. Увеличение спроса на продукцию с функционально-

техническими и декоративными преимуществами обусловлено не только развитием строительной отрасли, но и политикой импортозамещения, которая требует формирования конкурентоспособных отечественных решений, способных заменить зарубежные аналоги. Проблематика исследования

заключается в недостаточном ассортименте доступных дизайнерских корпусов в бюджетном и среднем ценовом сегментах. На рынке преобладают либо упрощённые модели без визуальной выразительности, либо дорогостоящая импортная продукция. Таким образом, исследование направлено на разработку коллекции электроустановочных корпусов, соответствующих современным требованиям безопасности, функциональности, эстетики и экономической целесообразности.

В рамках исследования проведён анализ состояния рынка электрофурнитуры. По данным отраслевых отчётов, в 2022 г. в России было реализовано около 219 млн розеток и выключателей, а объём импорта в 2023 г. вырос на 6 % и достиг 189 млн единиц. При средней цене одного изделия (модуль + рамка) на уровне 500 р. совокупный годовой рынок оценивается в 109,5 млрд р., из которых около 20 % приходится на дизайнерский сегмент. Следовательно, объём исследуемого целевого сегмента (Serviceable Available Market – SAM) составляет порядка 21,9 млрд р., а достигимая доля рынка (Serviceable Obtainable Market – SOM) для локализованной продукции оценивается на уровне 0,5–1 % SAM, или 109,5–219 млн р., ежегодно [1, 2]. Это подтверждает экономическую значимость исследования и перспективность его результатов для отечественного производства.

Таким образом, цель исследования заключается в разработке коллекции электроустановочных корпусов, основанных на принципах модульности, технологичности и стилистической адаптивности.

В задачи исследования входят:

- анализ современных тенденций и нормативных требований;
- формирование универсальных технических решений;
- разработка дизайнерских корпусов с использованием традиционных орнаментальных мотивов;
- оценка экономической эффективности серийного производства.

## Техническое проектирование универсального модуля

Исследование потребностей и проблем в области проектирования электроустановочных изделий показало, что ключевыми факторами для пользователей и производителей являются надёжность, безопасность, удобство эксплуатации и экономичность. В ходе исследования было установлено, что существенное влияние на эксплуатационные характеристики оказывают конструктивные решения, связанные с системой зажимов для проводов. Рассмотрение различных вариантов показало, что прямые зажимы обеспечивают простое подключение и снижают риск повреждения изоляции, верхние и нижние варианты требуют предварительной фиксации проводов, что усложняет монтаж, а быстрозажимные отличаются удобством, но оказываются менее надёжными при длительной эксплуатации. В результате исследования был обоснован выбор варианта, обеспечивающего наиболее безопасное и прочное соединение.

Полученные результаты позволили разработать универсальный корпус, применимый как для розеток, так и для выключателей, как видно из рис. 1.

Такая унификация решает выявленную проблему избыточного количества уникальных деталей, сокращает производственные затраты и упрощает сборку. Исследование показало, что модульная конструкция позволяет трансформировать одноклавишный выключатель в двух- или трёхклавишный без замены корпуса, что повышает технологичность и снижает складские издержки. Кроме того, в ходе исследования была выявлена необходимость встроенного светодиодного индикатора для повышения удобства эксплуатации в условиях недостаточного освещения. Розетки были исследованы с позиции минимизации производственных затрат и обеспечения расширяемости. В результате было предложено конструктивное решение с однопортовым вариантом и возможностью расширения за счёт сменных рамок.



Рис. 1. Взрыв-схема универсального модуля  
Fig. 1. Exploded view of the universal module

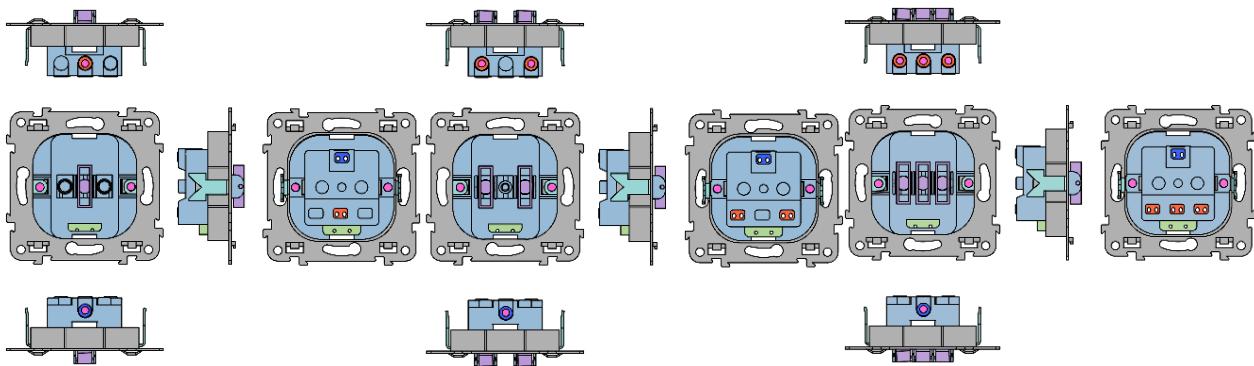


Рис. 2. Плоская комбинаторная схема выключателя  
Fig. 2. Flat combinatorial circuit of a switch

Применение винтовых зажимов и обязательного заземляющего контакта интегрировано в конструкцию в качестве ответа на выявленные требования к надёжности и безопасности эксплуатации [3–5].

Исследование выключателя позволило выделить основные конструктивные элементы, как видно из рис. 2:

- Суппорт (серый цвет) – выполняет роль фиксирующего и несущего элемента, обеспечивающего жёсткость конструкции и универсальность монтажа.
- Корпус выключателя (голубой цвет) – выполнен из термостойкого негорючего пластика, соответствующего требованиям пожарной безопасности.
- Контактные механизмы – обеспечивают надёжное соединение проводов за счёт токопроводящих сплавов с высокой устойчивостью к окислению.
- Переключатель клавиши (фиолетовый цвет) – рассчитан на многократное использование и плавное срабатывание.
- Лапки крепления (бирюзовый цвет) – обеспечивают регулируемую фиксацию в монтажной коробке.
- Светодиодный индикатор (зелёный цвет) – интегрирован для повышения удобства эксплуатации.

Исследование розетки выявило аналогичные требования, реализованные в конструктивной схеме, как видно из рис. 3:

- Суппорт (серый цвет) – обеспечивает устойчивость и универсальность установки.
- Корпус розетки (синий цвет) – выполнен из негорючего пластика с высокой термостойкостью.
- Контактные элементы – включают фазный (красный), нулевой (синий) и заземляющий (жёлтый) контакты, выполненные из антикоррозийных сплавов.
- Крепёжные элементы (бирюзовый и розовый цвета) – обеспечивают надёжную фиксацию и устойчивое закрепление в монтажной коробке.

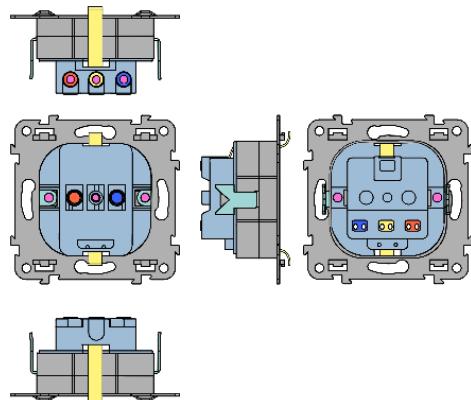


Рис. 3. Плоская комбинаторная схема розетки  
Fig. 3. Flat combinatorial diagram of a socket

Таким образом, исследование технического проектирования универсального модуля подтвердило, что использование единого корпуса для розеток и выключателей решает выявленные проблемы избыточной номенклатуры и повышает производственную эффективность.

### Формообразование и стилистическая адаптация корпусов

Исследование формообразования электроустановочных корпусов показало, что базовыми конструктивными решениями для рамок розеток и выключателей являются три геометрические формы: квадрат с прямыми углами, квадрат со скруглёнными углами и круг. Их выбор был обусловлен сочетанием технологичности, эстетики и психологического восприятия пользователями, как видно из рис. 4.

Результаты исследования показали, что квадрат с прямыми углами прост в изготовлении, хорошо подходит для серийного литья и снижает количество отходов. Жёсткая геометрия улучшает фиксацию элементов, визуально подчёркивая строгость и технологичность. Однако с психологической точки зрения такая форма может восприниматься как излишне жёсткая.

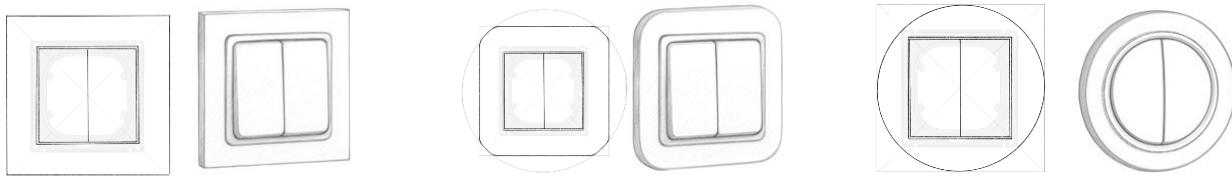


Рис. 4. Эскизы рамок  
Fig. 4. Frame sketches

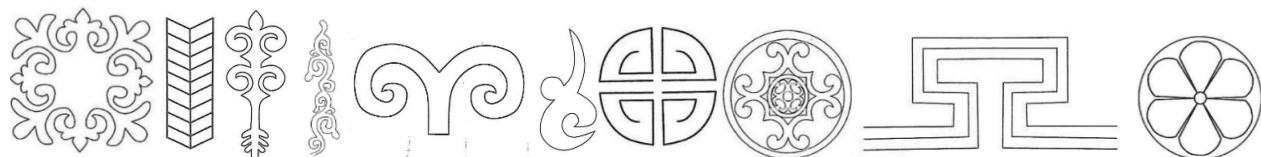


Рис. 5. Алтайские орнаменты  
Fig. 5. Altai ornaments

Квадрат со скруглёнными углами более сложен в производстве, но скругления уменьшают риск микротрещин. Визуально такая форма воспринимается как более мягкая, эргономичная и безопасная, что делает её особенно подходящей для растительных и плавных орнаментов. Круг упрощает монтаж, так как не требует ориентации при установке. Отсутствие углов снижает риск деформаций. Эстетически форма ассоциируется с плавностью и целостностью, а психологически воспринимается как гармоничный и завершённый элемент. Таким образом, исследование формообразования подтвердило, что три указанные формы обеспечивают баланс между технологическими возможностями производства, эстетикой и эргономикой, а также создают основу для последующей интеграции орнаментов.

Исследование стилистической адаптации корпусов было направлено на выбор декоративных решений, соответствующих культурному коду России. В ходе анализа установлено, что наиболее перспективными для интеграции в технические изделия являются алтайские орнаменты, вологодское кружево и вепсская вышивка.

Алтайский орнамент, как видно из рис. 5, был исследован как часть тюркской орнаментики Сибири. Анализ показал, что он наполнен символами гармонии человека с природой и космосом. Цветовая палитра сочетает красный (энергия и защита), чёрный (земля и дух предков), белый (свет и чистота), жёлтые и охристые тона (тепло и плодородие), синие и голубые (вода и небо), зелёный (природа и баланс). Визуальные мотивы включают геометрические и зооморфные элементы – спирали, зигзаги, ромбы, треугольники, рога, солнце и горы. Результаты исследования подтвердили, что выразительность и ритмика сохраняются даже при компактном масштабе изделий, что обеспечивает этническую идентичность рамок [6–8].

Вологодское кружево, как видно из рис. 6, исследовано как характерный элемент русского декоративно-прикладного искусства XIX в. В ходе анализа установлено, что техника «ленточного плетения» с симметричными композициями и символикой (розетки, круги, листья, завитки) отражает традиции и быт. Исследование показало, что мягкая графика и универсальность композиций позволяют легко интегрировать орнаменты в рамки розеток и выключателей, придавая им лёгкость и визуальную глубину [9–11].

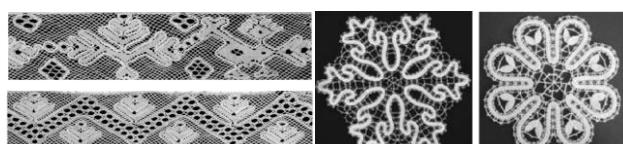


Рис. 6. Вологодское кружево  
Fig. 6. Vologda lace



Рис. 7. Вепсская вышивка  
Fig. 7. Vepsian embroidery

Вепсская вышивка, как видно из рис. 7, была исследована как самобытный вид народного искусства. Выявлено, что её геометрические мотивы (кресты, ромбы, «утиные лапки», диагональные узоры) и зооморфные образы несут сакральную символику защиты и плодородия. Красный цвет традиционно символизирует жизненную силу. Результаты

исследования подтвердили, что вепсская вышивка может быть адаптирована для современных изделий как выразительный визуальный язык, сохраняющий культурную идентичность [12–14].

Интеграция результатов исследования формообразования и орнаментальных традиций позволила разработать эскизы и трёхмерные модели рамок. Каждая из трёх форм (квадратная, скруглённая, круглая) получила три декоративные модификации – с алтайским орнаментом (рис. 8), вологодским кружевом (рис. 9) и вепсской вышивкой (рис. 10). Итоговая коллекция включает девять вариантов рамок, дополненных клавишами для одноклавищных, двухклавищных и трёхклавищных модификаций.

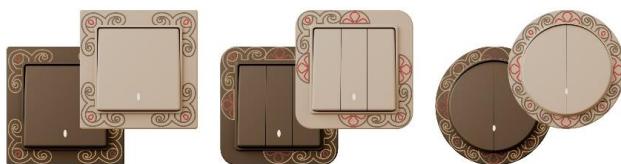


Рис. 8. Алтайский орнамент  
Fig. 8. Altai ornament



Рис. 9. Кружевной орнамент  
Fig. 9. Lace ornament



Рис. 10. Вепсский орнамент  
Fig. 10. Vepsian ornament



Рис. 11. Визуализация  
Fig. 11. Visualization

### Экономическое обоснование проектных решений

Исследование показало, что на российском рынке ощущается дефицит доступных декоративных решений, отвечающих современным тенденциям и культурным ожиданиям. Основные проблемы связаны с ограниченным выбором рамок в бюджетном сегменте и отсутствием изделий с национально-идентичным визуальным кодом. Предложенная коллекция решает эти задачи за счёт модульности конструкции, адаптивности рамок и ориентации на массовое отечественное производство.

Анализ рынка подтвердил его рост: в 2022 г. реализовано около 219 млн розеток и выключателей, а в 2023 г. импорт вырос на 6 % и составил 189 млн единиц [18–21]. При средней цене изделия в 500 р. объём рынка достигает 109,5 млрд р., из которых 20 % приходится на дизайнерский сегмент (21,9 млрд р.). Достижимая доля локализованной продукции оценивается в 0,5–1 % SAM, или 109,5–219 млн р., ежегодно [22].

Экономический расчёт показал, что при выпуске 10000 комплектов себестоимость одного изделия составляет около 317 р., при отпускной цене 555 р. прибыль – 238 р. Для окупаемости требуется реализация порядка 13300 изделий, а срок окупаемости при продажах 10000 комплектов в месяц составляет около 1,3 месяца, что подтверждает высокую рентабельность проекта.

### Заключение

В ходе проведённого исследования были разработаны универсальные модули розеток и выключателей, отвечающие требованиям безопасности, функциональности и удобства эксплуатации. Проектирование осуществлялось на основе ключевых критериев, выявленных в ходе исследования: надёжности, экономической эффективности и технологичности производства. Результаты исследования показали, что одним из существенных преимуществ разработанного решения является унификация конструкций, позволившая использовать один корпус как для розетки, так и для выключателя. Это решение снизило

Визуализации показали (рис. 11), что квадратные рамки характеризуются строгой геометрией и сегментированным рельефом, скруглённые версии –мягкими линиями и ступенчатыми уступами, а круглые формы – каскадным профилем. Узоры согласованы с геометрией рамок, что обеспечивает визуальное равновесие и читаемость декора.

Таким образом, результаты исследования подтвердили, что сочетание трёх геометрических форм и трёх традиционных орнаментов позволяет создать коллекцию электроустановочных корпсусов, адаптированную к культурному коду, эстетическим ожиданиям и технологическим возможностям массового производства [15–17].

количество уникальных деталей и позволило сократить объём применяемых пресс-форм, устранив необходимость в изготовлении отдельных форм для каждого типа изделия. Учитывая, что пресс-форма является наиболее дорогостоящим элементом в производстве пластиковых компонентов, данное решение

обеспечивает значительное сокращение производственных затрат.

Коллекция, разработанная в рамках исследования, адаптирована под массовое производство и способствует замещению импортных решений на рынке, формируя конкурентоспособный отечественный продукт.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ рынка электротехнических изделий, розеток и выключателей эксклюзивного дизайна в России. URL: <https://clck.ru/3QTDHt> (дата обращения: 19.07.2025).
2. Анализ рынка розеток и выключателей в России в 2019–2023 гг., прогноз на 2024–2028 гг. URL: <https://clck.ru/3QTDG3> (дата обращения: 19.07.2025).
3. Симонов Е. Электричество в квартире и на даче. Уроки мастера: штробление стен, скрытая и открытая проводка, установка розеток и выключателей, монтаж потолочных светильников и многое другое. – СПб: Питер, 2010. – 202 с.
4. Проекты розеток и выключателей: важные этапы и лучшие практики // Energy-Systems.ru. URL: <https://energy-systems.ru/main-articles/proektirovanie-elektriki/proekty-rozetok-i-vykluchateley-vazhnye-etapy-i-luchshie-praktiki> (дата обращения: 19.07.2025).
5. ГОСТ Р 50571.1-2013. Электрические установки зданий. Ч. 1. Общие правила. – М.: Стандартинформ, 2013. – 28 с.
6. Алтайские орнаменты: трафареты. URL: [https://vk.com/album-146131019\\_301130776](https://vk.com/album-146131019_301130776) (дата обращения: 19.07.2025).
7. Екееева Э.В. Особенности национальной одежды алтайцев. URL: <https://clck.ru/3PMdnA> (дата обращения: 19.07.2025).
8. Нечаева А.С. Орнамент в декоративно-прикладном искусстве тюркских народов Горного Алтая: автореф. дис. ... канд. искусствоведения. – Барнаул, 2022. – 21 с.
9. Давыдова С.А. Русское кружево и русские кружевницы: исследование историческое, техническое и статистическое. – СПб: тип. А.С. Суворина, 1892. – 80 с.
10. Глебова А.А., Евсеева Ю.В. Вологодские кружева / пер. А.А. Глебовой, Ю.В. Евсеевой; под ред. пер. Б. Марун, Н. Марун. – Вологда: Древности Севера, 2014. – 64 с.
11. Кириллова О.Ф. Основы вологодского кружевоплетения. Вып. 2. Парная техника плетения. – Вологда: ОНМЦК, 2014. – 116 с.
12. Вепсская вышивка в фондах музея-заповедника «Кижи» / сост. В.А. Гущина. – Петрозаводск: ИЦ музея-заповедника «Кижи», 2010. – 20 с.
13. Карельская, вепсская и заонежская вышивка: народный орнамент. Схемы / сост. А.И. Анхимова. – Петрозаводск: ИЦ музея-заповедника «Кижи», 2021. – 40 с.
14. Грищенко А.П. Этнографический мотив в декоративно-прикладном искусстве Красноярска: история и современность // Философия и культура. – 2022. – № 4. – С. 126–133. DOI: <https://doi.org/10.7256/2454-0757.2022.4.37756> EDN: QQPNCC
15. Масалова Е.В. Трактовка орнамента в традиционном и современном искусстве // Наука и современность. – 2010. – № 2-1. – С. 108–112. EDN: RSLLCF
16. Палагута В.И. Пути трансформации культурных универсалий во внутренний мир человека как историко-философская проблема: автореф. дис. ... канд. филос. наук. – Днепропетровск, 1994. – 22 с.
17. Иванов Н.А. Герменевтика орнамента: к методологии интерпретации орнаментальных композиций // Международный журнал исследований культуры. – 2015. – № 3 (20). – С. 14–25. EDN: WBMDUB
18. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа. – М.: Минстрой России, 2016. – 102 с.
19. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10.05.2023).
20. Рынок ремонта в России: итоги 2023 года / ЦИАН. URL: <https://www.cian.ru/stati-cian-issledovanie-ryntka-remonta-v-rossii-324601/> (дата обращения: 19.07.2025).
21. ЦИАН. Сколько стоит ремонт квартиры в 2024 году. URL: <https://www.cian.ru/stati-skolko-stoit-remont-kvartiry-v-2024-godu-335742/> (дата обращения: 19.07.2025).
22. Котлер Ф., Келлер К.Л. Маркетинг менеджмент. – М.: Вильямс, 2018. – 816 с.

## Информация об авторах

**Софья Романовна Коваль**, студент Инженерной школы информационных технологий и робототехники, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; srk10@tpu.ru

**Евгения Викторовна Вехтер**, кандидат педагогических наук, доцент отделения информационных технологий Инженерной школы информационных технологий и робототехники, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; vehter@tpu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4473-528X>

Поступила в редакцию: 06.08.2025

Поступила после рецензирования: 25.08.2025

Принята к публикации: 14.09.2025

## REFERENCES

1. *Analysis of the market for electrical products, sockets and switches of exclusive design in Russia*. (In Russ.) Available at: <https://clck.ru/3QTDHt> (accessed: 19 July 2025).
2. *Analysis of the market for sockets and switches in Russia in 2019–2023, forecast for 2024–2028*. (In Russ.) Available at: <https://clck.ru/3QTDG3> (accessed: 19 July 2025).
3. Simonov E. *Electricity in an apartment and at a dacha. Master's lessons: wall chasing, concealed and surface wiring, installation of sockets and switches, ceiling lighting fixtures and much more*. St. Petersburg, Piter Publ., 2010. 202 p. (In Russ.)
4. *Socket and switch designs: important stages and best practices*. Energy-Systems.ru. (In Russ.) Available at: <https://energy-systems.ru/main-articles/proektirovanie-elektriki/proekty-rozetok-i-vyklyuchateley-vazhnye-etapy-i-luchshie-praktiki> (accessed: 19 July 2025).
5. *SS R 50571.1–2013. Electrical installations of buildings. P. 1. General rules*. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 28 p. (In Russ.)
6. *Altai ornaments: stencils*. (In Russ.) Available at: [https://vk.com/album-146131019\\_301130776](https://vk.com/album-146131019_301130776) (accessed: 19 July 2025).
7. Ekeeva E.V. *Features of traditional clothing of the Altai people*. (In Russ.) Available at: <https://clck.ru/3PMdnA> (accessed: 19 July 2025).
8. Nechaeva A.S. *Ornament in the decorative and applied arts of the Turkic peoples of Gorny Altai*. Cand. Diss. Abstract. Barnaul, 2022. 21 p. (In Russ.)
9. Davydova S.A. *Russian lace and Russian lacemakers: historical, technical and statistical research*. St Petersburg, Suvorin Printing House, 1892. 80 p. (In Russ.)
10. Glebova A.A., Evseeva Yu.V. *Vologda lace*. Vologda, Drevnosti Severa Publ., 2014. 64 p. (In Russ.)
11. Kirillova O.F. *Fundamentals of Vologda lace weaving: study guide. Vol. 2. Pair weaving technique*. Vologda, ONMTSK Publ., 2014. 116 p. (In Russ.)
12. *Vepsian embroidery in the collection of the Kizhi Museum Reserve*. Comp. by V.A. Gushchina. Petrozavodsk, Kizhi Museum Publ. Center, 2010. 20 p. (In Russ.)
13. *Karelian, Vepsian and Zaonezhye embroidery: folk ornament. Patterns*. Comp. by A.I. Ankhimova. Petrozavodsk, Kizhi Museum Publ. Center, 2021. 40 p. (In Russ.)
14. Grishchenko A.P. Ethnographic motif in the decorative and applied art of Krasnoyarsk. History and modernity. *Philosophy and Culture*, 2022, no. 4, pp. 126–133. (In Russ.) Available at: <https://doi.org/10.7256/2454-0757.2022.4.37756>
15. Masalova E.V. Interpretation of ornament in traditional and modern art. *Science and Modernity*, 2010, no. 2-1, pp. 108–112. (In Russ.)
16. Palaguta V.I. *Paths of transformation of cultural universals into the inner world of man as a historical and philosophical problem*. Cand. Diss. Abstract. Dnepropetrovsk, 1994. 22 p. (In Russ.)
17. Ivanov N.A. Hermeneutics of ornament: new methodological approaches. *International Journal of Cultural research*, 2015, no. 3 (20), pp. 14–25. (In Russ.)
18. *SP 256.1325800.2016. Electrical installations of residential and public buildings. Design and installation rules*. Moscow, Ministry of Construction of Russia Publ., 2016. 102 p. (In Russ.)
19. *Federal State Statistics Service (Rosstat)*. (In Russ.) Available at: <https://rosstat.gov.ru> (accessed: 19 July 2025).
20. Repair market in Russia: results of 2023. *CIAN*. (In Russ.) Available at: <https://www.cian.ru/stati-cian-issledovanie-rynta-remonta-v-rossii-324601/> (accessed: 19 July 2025).
21. Apartment renovation costs in 2024. *CIAN*. (In Russ.) Available at: <https://www.cian.ru/stati-skolko-stoit-remont-kvartiry-v-2024-godu-335742/> (accessed: 19 July 2025).
22. Kotler P., Keller K.L. *Marketing Management*. Moscow, Williams Publ., 2018. 816 p. (In Russ.)

## Information about the authors

- Sofya R. Koval**, Student, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; [srk10@tpu.ru](mailto:srk10@tpu.ru)
- Evgeniya V. Vekhter**, Cand. Sc., Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; [vehter@tpu.ru](mailto:vehter@tpu.ru); <https://orcid.org/0000-0003-4473-528X>

Received: 16.08.2025

Revised: 25.08.2025

Accepted: 14.09.2025