

УДК 621.315.2:629.5
EDN: NQFZSE

Р.Е. Донсков
СПО «Арктика», Северодвинск, Россия

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СЛОЖНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

Объект и цель научной работы. Объектом изучения является электромонтажная технологичность кабельных изделий, уровень которой отражает способность конструкции к достижению оптимальных затрат труда при ее монтаже. Цель работы – рассмотрение кабельных изделий определенных категорий и марок, конструкции которых наиболее ярко демонстрируют взаимосвязь и влияние на сложность выполнения судовых электромонтажных работ (ЭМР) с декомпозицией на технологические процессы.

Материалы и методы. В качестве конструктивных материалов кабельных изделий, влияющих на технологию судовых ЭМР, рассмотрены конструктивные исполнения кабелей с повышенным классом гибкости, герметизирующим составом, оптоволоконной структурой, гофрированным внешним проводником, а также огнестойкими материалами. Методы оценки сложности судовых ЭМР сведены к анализу/сравнению трудоемкости определенных технологических процессов, выполняемых в отношении кабельных изделий, эксплуатационные свойства которых определены их конструктивным исполнением.

Основные результаты. Рассмотрена общность конструктивных характеристик, каждая из которых (а в ряде случаев – их сочетание) определяет уровень электромонтажной технологичности кабельного изделия. Результаты исследования формируют основу для последующего более детального и всестороннего исследования в заданном векторе.

Заключение. Система нормирования труда – уникальный и важный хозяйственный механизм электромонтажного предприятия. Проведенное исследование говорит о необходимости поддержания данного инструмента в актуальном состоянии, для чего требуется углубленное понимание аспектов технологии судовых ЭМР, а точность его настройки позволит дать объективную оценку электромонтажной технологичности любого кабельного изделия.

Ключевые слова: конструктивные особенности кабельных изделий, повышенный класс гибкости, герметизированный наполнитель, оптоволоконная структура, гофрированный внешний проводник, огнестойкие материалы, судовые электромонтажные работы, электромонтажная технологичность конструкции кабельного изделия, СПО «Арктика».

Автор заявляет об отсутствии возможных конфликтов интересов.

UDC 621.315.2:629.5
EDN: NQFZSE

R.E. Donskov
JSC SPO Arctica, Severodvinsk, Russia

DESIGN FEATURES OF CABLE PRODUCTS AND IMPLICATIONS FOR INSTALLABILITY ABOARD SHIPS

Object and purpose of research. The study examines adaptability of cables to installation requiring optimum labor consumption in cable fitting. The purpose is to consider cable products of certain grades and brands whose design most vividly demonstrate implications for installability aboard the ship with a break-down by technological operations.

Для цитирования: Донсков Р.Е. Конструктивные особенности кабельных изделий и их влияние на сложность выполнения судовых электромонтажных работ. Труды Крыловского государственного научного центра. 2026; 3(417): 77–83.

For citations: Donskov R.E. Design features of cable products and implications for installability aboard ships. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2026; 3(417): 77–83 (in Russian).

Materials and methods. The study considers highly flexible cable materials with sealing compounds, fiber-optical structure, corrugated outer conductors as well as fire retardant features, which influence electric system installability aboard ships. Ease of electric installation is assessed through analysis/comparison of labor content required for certain cable fitting operations whose performance is determined by their design features.

Main results. Integrated structural characteristics are considered, each of which (and in some cases combinations of which) determine the installability level of cable products. The study results form the basis for further and more detailed and comprehensive examination of the problem.

Conclusion. The system of performance standards is a unique and important tool in management of electric installation companies. The study shows that the system should be kept updated, and deeper insights into the electric installation work are required for this purpose. Fine tuning of this mechanism would allow us to give an impartial judgment of installation adaptability for any cable product.

Keywords: design features of cable products, highly flexible cable grade, sealing filler, fiber-optical structure, corrugated outer conductor, fire retardant materials, electric installations aboard ships, cable product installability, SPO Arctica.

The author declares no conflicts of interest.

Прежде чем перейти к теме основного повествования, следует провести краткий обзор отечественных исследований в области выявления конструктивно-технологической зависимости объектов и средств электромонтажа, а также изыскания способов снижения трудоемкости судовых электромонтажных работ. Ниже приведены некоторые из них.

- Нарратив монографии [1] начинается с общих принципов монтажа электрооборудования на судах и сводится к идентификации типовых конструктивно-монтажных узлов судового электрооборудования. Это позволяет классифицировать частные технологические процессы и структурировать ЭМР в целом.
- Отличное технологическое решение продемонстрировано единомышленниками в статье [2]. Эффективность представленного узла крепления кабелей связана с эргономизацией его конструкции и повышением свойств электромонтажной технологичности, следствием чего является снижение трудоемкости затяжки кабелей.
- Исследования, проводимые филиалом «ЦНИИ СЭТ» ФГУП «Крыловский государственный научный центр» в кооперации с отраслевыми предприятиями и изложенные в статье [3], основаны на обобщении и систематизации статистической информации по выполненным работам. Цели – актуализация норм времени, реабилитация нормативно-методической базы и создание ядра новой отраслевой системы нормирования ЭМР.

Опираясь на изложенный выше материал, автор настоящей статьи предлагает дальнейшее изучение закономерностей, существующих в конструкторско-технологической цепи «конструктивные особенности кабельного изделия – способ электромонтажа».

Основным предметом труда на судовом электромонтажном производстве является кабельное изделие. Специфика данного изделия определяется совокупностью технических и эксплуатационных характеристик, назначением и областью применения. В общем случае все кабельные изделия состоят из токопроводящих элементов, изоляции из диэлектрических материалов и наружной оболочки, защищающей сердечник кабеля от воздействий природного и техногенного характера, при этом каждому из них присуща своя конструктивная индивидуальность.

К основным конструктивным особенностям кабельных изделий, влияющим на сложность и трудоемкость выполнения судовых ЭМР, относятся: класс гибкости, количество и сечение токопроводящих жил, состав и свойства диэлектрических и защитных материалов, наличие экранирующих элементов и герметизирующих составов, а также наличие миниатюрных конструктивных элементов, требующих деликатного обращения при монтаже и эксплуатации.

Важным для электромонтажного производства критерием кабельного изделия, характеризующимся совокупностью свойств конструкции, ее способностью к получению оптимальных затрат труда, отражающих сложность выполнения судовых ЭМР в заданных параметрах качества, является электромонтажная технологичность конструкции кабельного изделия [4].

Рассмотрим влияние некоторых конструктивных особенностей кабельных изделий на сложность выполнения судовых ЭМР на примере класса гибкости токопроводящих жил.

Как известно, класс гибкости регламентирован национальным стандартом [5], который определяет шесть конструктивных исполнений токопроводящих жил, где каждое обусловлено большим, относительно предыдущего, количеством проволок и соответ-

Рис. 1. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение комплекса судовых электромонтажных работ гибких и стандартных кабелей

Fig. 1. Comparative analysis of work package content to fit flexible cables and standard cables



ственно большей изгибающей способностью. Практика выполнения судовых ЭМР на СПО «Арктика» показывает, что трудоемкость монтажа таких марок кабелей, как NRShM и MERSH, конструктивной особенностью которых является повышенный класс гибкости, значительно ниже трудоемкости монтажа кабелей марки КНР и аналогичных со стандартным классом гибкости. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение комплекса судовых ЭМР кабелей со стандартным и повышенным классами гибкости представлен на гистограмме рис. 1.

Проанализировав выведенные на гистограмме значения затрат труда на выполнение технологических процессов ЭМР, можно сделать вывод, что в общем случае использование гибких кабелей снижает трудозатраты примерно на 33 %.

Выполнение работ, в т.ч. ЭМР, в условиях судна прежде всего связано с ограниченным пространством, обусловленным повышенной концентрацией оборудования, механизмов, кабельных трасс и других технических средств на единицу внутреннего объема корпуса судна, в связи с чем класс гибкости токопроводящих жил также играет важную роль.

Учитывая данное обстоятельство, в ряде случаев узлы подключения кабелей к электрооборудованию, в частности электрические соединители, находятся в состоянии статической напряженности, которое по истечении времени может привести к деградации конструкций.

В связи с этим подключение кабелей с классом гибкости ниже 3 осуществляется посредством токопроводящих жил кабеля марки NRShM, что позволяет локализовать статические напряжения и исключить негативное воздействие на конструкции. На рис. 2 представлена концевая заделка кабеля марки КНР в электрический соединитель посредством токопроводящих жил кабеля марки NRShM.

Следующей конструктивной особенностью кабельных изделий, влияющей на сложность выполнения судовых ЭМР, является наличие герметизирующего состава в конструкции кабелей, предназначенных для магистральной и забортной прокладки на судне. Наиболее чувствительным технологическим процессом ЭМР, восприимчивым к проявлению данной конструктивной особенности, является разделка кабеля, которая сводится к необ-

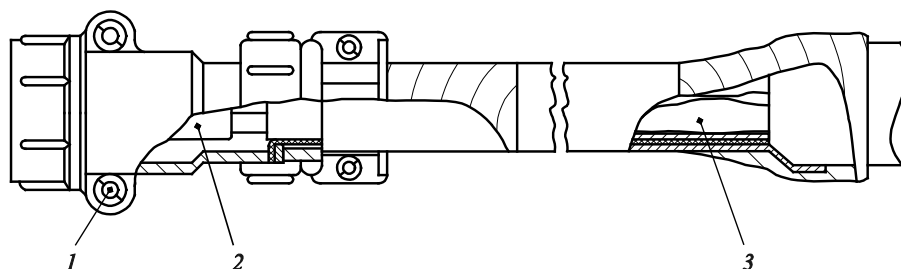


Fig. 2. Cable termination in electric connector of NRShM-grade cable conductors

Рис. 2. Концевая заделка кабеля в электрический соединитель посредством токопроводящих жил кабеля марки NRShM. 1 – электрический соединитель; 2 – токопроводящая жила; 3 – узел соединения токопроводящих жил кабеля марки КНР и кабеля марки NRShM

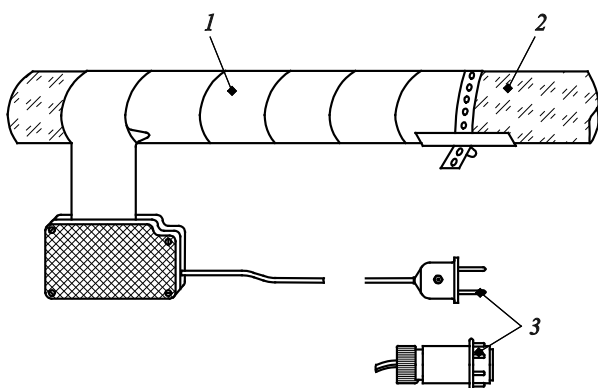


Рис. 3. Термический способ удаления герметика.
1 – ленточный нагреватель; 2 – герметизированный кабель; 3 – штепсельная вилка или электрический соединитель

Fig. 3. Thermal removal of sealant

ходимости очистки конструктивных элементов кабеля, в т.ч. токопроводящих жил, от герметизирующего состава. В эквиваленте трудоемкости затраты труда на выполнение данных работ кратно выше затрат на выполнение работ по разделке негерметизированных кабелей.

Кроме этого, в зависимости от материала изоляции технологический процесс удаления герметика с токопроводящих жил осуществляется двумя способами:

1. химический способ – для кабелей с пластмассовой изоляцией при помощи нефтесодержащих растворителей и специализированной установки «Тиса»;
2. термический способ – для кабелей с резиновой изоляцией при помощи ленточных нагревателей (рис. 3).

На гистограмме рис. 4 представлен сравнительный анализ затрат труда на выполнение технологи-

ческих операций по вводу в электрооборудование и разделке негерметизированных и герметизированных кабелей на примере марок КВДН-100 и СМПВГ.

Как видно из гистограммы, затраты труда на разделку кабелей марок КВДН-100 и СМПВГ значительно выше затрат на разделку негерметизированной группы кабелей. Более того, у герметизированных кабелей дополнительно присутствует технологическая операция по удалению герметика с изоляции токопроводящих жил, что усложняет монтаж и увеличивает трудоемкость технологического процесса. Стоит отметить, что трудозатраты на разделку герметизированных кабелей с использованием ленточного нагревателя превышают трудозатраты при выполнении работ химическим способом более чем в 2 раза.

Далее рассмотрим категорию кабелей связи, яркими представителями которой являются оптоволоконные и радиочастотные кабели. Практика выполнения судовых ЭМР на одном из заказов СПО «Арктика» показала, что процессы монтажа оптоволоконного кабеля сильно осложнены из-за конструктивных особенностей. В этой связи технология судовых ЭМР содержит более высокие требования к аспектам монтажа оптоволоконных кабелей, например неукоснительное соблюдение прямолинейности затяжки и минимизации количества изгибов кабеля, равномерности распределения прилагаемых усилий, исключающих повреждения структуры и изоляции кабельного изделия.

На гистограмме рис. 5 приведен сравнительный анализ затрат труда на выполнение работ по затяжке магистральных электрических и оптоволоконных кабелей.

Исходя из данных гистограммы затраты труда на затяжку магистральных оптоволоконных кабелей выше затрат на затяжку магистральных электрических кабелей в 16 раз.



Рис. 4. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение технологических операций по вводу в электрооборудование и разделке негерметизированных и герметизированных кабелей

Fig. 4. Comparative analysis of work package content to fit and terminate sealed and unsealed cables in electric equipment

На фоне широкой номенклатуры радиочастотных кабелей, применяемых в судостроении, следует обратить внимание на радиочастотный коаксиальный герметизированный кабель марки РКМГЭ, конструктивной особенностью которого является наличие гофрированного внешнего проводника. Внешний проводник кабеля представлен в виде осаженной на изолированный внутренний проводник и гофрированной по кольцу с определенным шагом медной трубы. В результате такого способа наложения деформированные внутрь сегменты внешнего проводника располагаются в теле изоляции и его демонтаж вручную при разделке кабельного изделия невозможен.

В связи с этим технологический процесс разделки кабеля марки РКМГЭ предусматривает использование средств механизации, а именно:

- приспособление ПРГК-1 (рис. 6а);
- станок СРГК-1 (рис. 6б).

Для оценки сложности выполнения судовых ЭМР на гистограмме рис. 7 представлен сравнительный анализ затрат труда на выполнение технологических операций при разделке типовых радиочастотных кабелей и специфичного кабеля марки РКМГЭ.

Несмотря на использование средств механизации, конструкция кабеля марки РКМГЭ и обусловленная ей сложность технологического процесса разделки способствуют увеличению затрат труда практически в 2 раза по сравнению с затратами труда, возможными при разделке типовых радиочастотных кабелей.

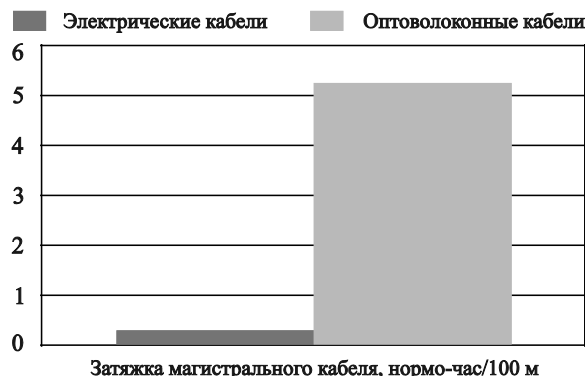


Рис. 5. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение работ по затяжке электрических и оптоволоконных кабелей

Fig. 5. Comparative analysis of work package content to pull electric cables and fiber-optic cables

Еще одной категорией кабельных изделий, применение которых в судостроении отразилось на сложности выполнения технологических процессов ЭМР и потребовало от электромонтажников высоких профессиональных навыков, является серия огнестойких кабелей. Конструкция данных кабельных изделий основана на применении стеклослюдо-содержащих материалов и материалов с регламентированным содержанием галогенов. Усложнение судовых ЭМР и увеличение затрат труда на их выполнение вызвано появлением в структуре кабелей новых конструктивных элементов с отличными физико-механическими свойствами [6].

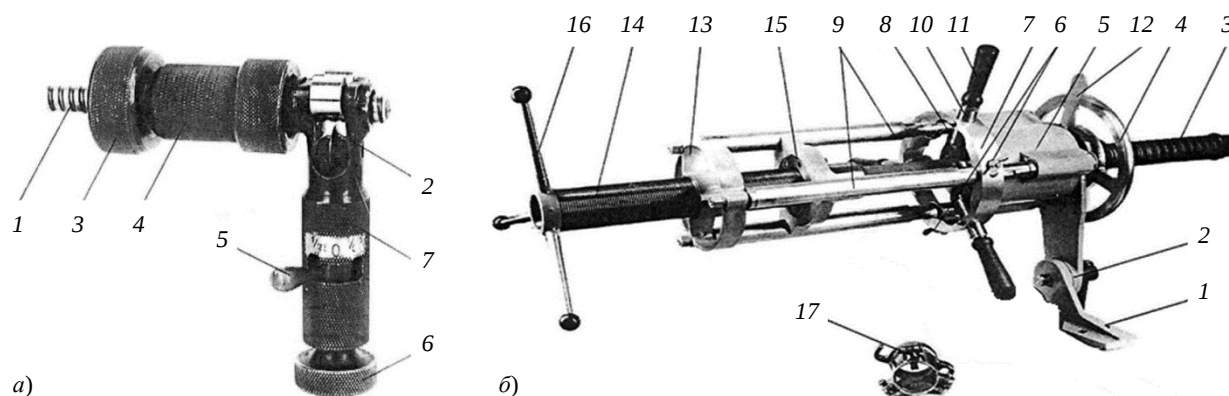


Рис. 6. Средства механизации для разделки кабеля марки РКМГЭ:

а) 1 – кабель марки РКМГЭ; 2 – режущий ролик; 3 – зажимная гайка; 4 – корпус; 5 – промежуточный упор; 6 – прижимной винт; 7 – режущая головка;

б) 1 – трубочина; 2 – шарнир; 3 – кабель марки РКМГЭ; 4 – штурвал; 5 – передняя бабка; 6 – зажимы; 7 – суппорт; 8 – режущий ролик; 9 – направляющие трубки; 10 – роликдержатель; 11 – рукоятка роликдержателя; 12 – рукоятка; 13 – задняя бабка; 14 – ходовой винт; 15 – ползун; 16 – штурвал; 17 – съемник

Fig. 6. Mechanical aids for termination of RKMGE-grade cable

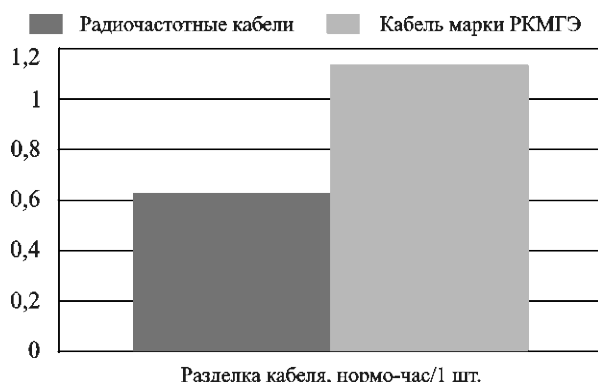


Рис. 7. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение технологических операций при разделке типовых радиочастотных кабелей и специфичного кабеля марки РКМГЭ

Fig. 7. Comparative analysis of work package content to terminate standard RF cables and a specific RKMGE-grade cable

На гистограмме рис. 8 представлено, как изменились параметры затрат труда на выполнение комплекса судовых ЭМР при внедрении серии огнестойких кабелей.

Согласно представленной гистограмме применение серии огнестойких кабелей привело к резкому увеличению затрат труда на выполнение технологических процессов затяжки и крепления кабелей, а также ввода в электрооборудование и разделки кабельных изделий. В остальных

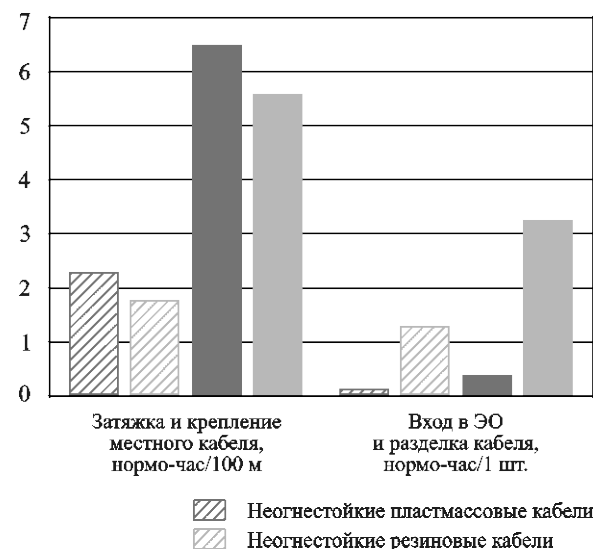


Рис. 8. Сравнительный анализ затрат труда на выполнение комплекса судовых ЭМР при внедрении серии огнестойких кабелей

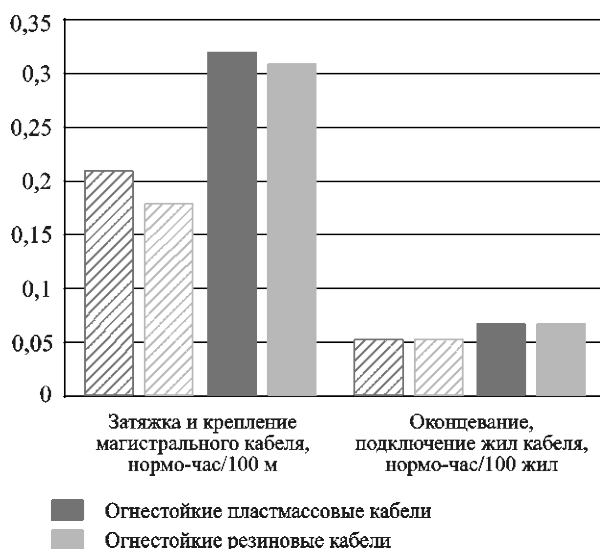
Fig. 8. Comparative analysis of work package content to fit a series of fire-retardant cables

технологических процессах ЭМР изменения незначительны.

Стоит отметить, что базовые нормативы по труду [7], которые приняты в качестве основы для построения сравнительного анализа трудозатрат, отражающих влияние конструктивных особенностей кабельных изделий на сложность выполнения судовых ЭМР, имеют обобщенный характер. Для получения объективных результатов требуется всесторонний и углубленный анализ фактических затрат трудоемкости.

В завершение следует сказать, что представленные материалы указывают на то, как конструктивные особенности тех или иных кабельных изделий влияют на динамику развития судовых ЭМР. Уровень электромонтажной технологичности конструкции изделия наглядно демонстрирует система нормирования труда, являющаяся составным звеном хозяйственного механизма электромонтажного производства и тем инструментом, который позволяет дать объективную оценку сложности ЭМР, выраженную в их трудоемкости.

Развитие кабельной индустрии и внедрение новых образцов кабельных изделий требует от системы нормирования труда применения более гибких методов классификации конструктивных особенностей кабелей и присвоения взаимосвязанным с ними технологическим процессам ЭМР соответствующих категорий сложности.



Список использованной литературы

1. Висленев Ю.С., Горшков А.И., Лазаревский Н.А. Судовое электрооборудование. Конструктивно-монтажные узлы. Санкт-Петербург : Политехника, 2019. 315 с.
2. Разумов Ю.Н., Сердюков Е.В., Тараканов О.А. Проект инновационного крепления магистральных и местных кабелей на кораблях, судах и плавсредствах // Морской вестник. 2025. № 1(93). С. 52–55.
3. Антипкина В.А., Коробицына Л.И. Значимость нормирования новых технологических процессов судовых ЭМР и определения трудоемкости монтажа изделий электрослесарного насыщений // Судовой электромонтаж : сборник докладов III Всероссийской научно-технической конференции. Северодвинск, 2023. 123 с.
4. ГОСТ Р 70596-2022. Производство судовое электро-монтажное. Термины и определения. Москва : Стандартинформ, 2023. 19 с.
5. ГОСТ 22483-2021. Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров. Москва : Российский институт стандартизации, 2021. V, 17 с.
6. Внедрение в производство кабельной продукции нового поколения / Р.Е. Донсков, И.Г. Тимофеев, М.В. Пустовойт, А.Ф. Мардаровский // Судостроение. 2022. № 6. С. 40–44.
7. КЛГИ.360025.055. Судовые электромонтажные работы. Нормативы времени. Часть II : Единичное и мелко-серийное производство. Санкт-Петербург : «ЦНИИ СЭТ» (Центральный научно-исследовательский институт судовой электротехники и технологии), 2010. 147 с.
8. cables aboard ships, vessels and floaters // Morskoy Vestnik. 2025. No. 1(93). P. 52–55 (in Russian).
9. Antipkina V.A., Korobitsina L.I. Significance of standardizing new ship electric fitting processes and definition of labor inputs in mounting electro-fitting items // Assembly of ship electric equipment : Proceedings of III All-Russian Research & Engineering Conference. Severodvinsk, 2023. 123 p. (in Russian).
10. GOST R 70596-2022. Ship electrical assembly production. Moscow : Standartinform, 2023. 19 p. (in Russian).
11. GOST 22483-2021. Conductors for cables, wires and cords. Moscow : Russian Standardization Institute, 2021. V, 17 p. (in Russian).
12. Introduction of new generation cable products into production / R.E. Donskov, I.G. Timofeev, M.V. Pustovoyt, A.F. Mardarovsky // Sudostroenie. 2022. No. 6. P. 40–44 (in Russian).
13. KLG.360025.055. Ship electric equipment assembly. Time rates. Part II: Single-piece and short batch production. St. Petersburg : TsNII SET (Ship Electric Engineering & Technology Institute), 2010. 147 p. (in Russian).

Сведения об авторе

Донсков Роман Евгеньевич, начальник бюро АО «СПО „Арктика“». Адрес: 164500, Россия, Архангельская обл., Северодвинск, Архангельское шоссе, д. 34. Тел.: +7 (8184) 56-45-77 (доб. 4046). E-mail: dons kov.re@spoarktika.ru.

About the author

Roman E. Donskov, head of the bureau, JSC SPO Arctica. Address: 34, Arkhangelskoe sh., Severodvinsk, Arkhangelsk Region, Russia, post code 164500. Tel.: +7 (8184) 56-45-77 (ext. 4046). E-mail: dons kov.re@spoarktika.ru.

References

1. Vislennv Yu.S., Gorshkov A.I., Lazaresvsky N.A. Ship electric equipment. Structural / mounting units. St. Petersburg : Politehnika, 2019. 315 p. (in Russian).
2. Razumov Yu.N., Serdyukov E.V., Tarakanov O.A. Design of an innovative fixing arrangement for main and local

Поступила / Received: 12.03.26
Принята в печать / Accepted: 27.07.26
© Донсков Р.Е., 2026