

УДК 006:629.6:629.042//047

DOI: <https://doi.org/10.37890/jwt.vi63.81>

ВЫБОР ИЗОЛЯЦИОННО-ЗАШИВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЙ ПЛАВУЧЕГО РЕСТОРАНА КЛАССА «Р» МЕТОДОМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВАРИАНТОВ

А.А. Степанова

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

Т.А. Михеева

*Волжский государственный университет водного транспорта,
г. Нижний Новгород, Россия*

Аннотация. В данной статье предложен и рассмотрен метод решения задачи оптимального выбора изоляционно-зашивочных материалов для внутренних помещений плавучего ресторана класса «Р». Этот метод основан на принципе многокритериального сравнения альтернативных вариантов [1]. Для сравнения были подобраны изоляционные материалы, наиболее подходящие для судна данного типа. Так как в современном судостроении к безопасности и комфорту внутренних помещений судов предъявляются высокие требования, то, как следствие этого, к материалам для изоляции внутренних помещений требования также высоки. Были подробно проанализированы различные характеристики изоляционно-зашивочных материалов, которые определяют уровень их качества. При изучении характеристик изоляционных материалов учитывался технологический уровень и степень конкурентоспособности предприятия-изготовителя. Для определения наиболее подходящего изоляционного материала для внутренней отделки помещений плавучего ресторана впервые применён метод многокритериального сравнения. Выполнено определение показателей конкурентоспособности материалов.

Ключевые слова: изоляционно-зашивочные материалы, альтернативные варианты, безопасность, оптимизация, критерий, ранжирование, конкурентоспособность

Введение

В настоящее время определяющей тенденцией при строительстве пассажирских судов и, в частности, плавучих ресторанов, является повышенный уровень комфорта и безопасности внутренних помещений. В судостроении применяются различные виды изоляционно-зашивочных материалов в зависимости от их назначения. От качества этих материалов зависит уровень безопасности и комфорта пребывания пассажиров. При этом эксплуатационные характеристики материала должны полностью соответствовать функциональному назначению помещения, в котором он будет применяться. Следует отметить, что разнообразие изоляционно-зашивочных материалов на внутреннем и внешнем рынках велико. Качество отечественных материалов не уступает качеству зарубежных. В связи с этим, выбор изоляционно-зашивочных материалов является сложным, многоступенчатым процессом. Определённую трудность в выборе отделочных и изоляционных материалов представляет и то, что они должны соответствовать стандартам *IMO (International Maritime Organisation)* и *MED (Marine Equipment Directive)* [2], [3]. Судовая изоляция должна также удовлетворять требованиям классификационных обществ, включая Российский Морской Регистр Судоходства [4].

Проблема в определении наиболее оптимальных марок изоляционно-зашивочных материалов весьма актуальна, однако в настоящее время не существует единого

метода их выбора. В данной работе предлагается для этой цели использовать метод многокритериального сравнения альтернативных вариантов различных марок изоляционно-защитных материалов для внутренних помещений. На примере выбора противопожарной изоляции различных производителей-конкурентов с применением указанного метода проводится выявление самого конкурентоспособного, а следовательно, наиболее качественного материала.

1. Базовые условия выбора наиболее оптимальных марок изоляционно-защитных материалов

Выбор наиболее оптимальных марок изоляционно-защитных материалов для внутренних помещений плавучего ресторана класса «Р» должен выполняться с учётом основных эксплуатационных и нормативных требований *IMO (International Maritime Organisation)* и *MED (Marine Equipment Directive)* [2], [3]. Кроме этого, выбранные отделочные материалы должны быть одобрены всеми крупными органами классификации [4]. В связи с этими строгими условиями выбора для принятия решения необходимо вести сравнение изоляционных материалов различного назначения по нескольким параметрам, то есть решать задачу многокритериального сравнения альтернативных вариантов [5]. Однако это весьма сложная и многоступенчатая задача, решение которой требует написания компьютерной программы, так как назначение изоляционно-защитных материалов очень широкое (звукоизоляция, противопожарная, декоративная, тепловая и т.д.).

С целью сокращения работы и упрощения нашей задачи в данной работе рассмотрим выбор только противопожарной изоляции. Методику, которая приведена в работе, можно применять в дальнейшем для выбора изоляционно-защитных материалов различных марок и назначения.

Необходимо отметить также, что при выборе оптимальных марок противопожарного материала учитывался рейтинг (весомость) конкурентоспособности предприятия-изготовителя и степень его технологической оснащённости.

Для решения задачи многокритериального сравнения оптимальных марок противопожарных изоляционно-защитных материалов используют метод взвешенной суммы, когда критерий полезности альтернативы определяется как некая сумма произведений весовых коэффициентов (весов) критериев и оценки этого критерия [6]:

$$Y_i = \frac{(n + 1 - i)}{n(n - 1)}, \quad (1)$$

где Y_i – вес показателя;
 n – количество показателей.

При этом сумма весовых коэффициентов должна быть равна единице:

$$\sum_{i=1}^n Y_i = 1 \quad (2)$$

2. Этапы методики определения оптимальной марки изоляционно-защитного материала

Для определения наиболее подходящего противопожарного материала на первом этапе проводят выявление основных ключевых факторов или характеристик материалов. Для этого обычно выбирают не более десяти характеристик.

Вторым этапом производится оценка предприятия-изготовителя материала и его прямых конкурентов по каждому ключевому фактору успеха, обозначенному P_i . На этом этапе эксперты оценивают важность частного критерия по шкале от нуля до десяти (0–10) [7]. При этом оценка может производиться по любой балльной шкале, но для упрощения вычислений используют обычно только положительные оценки. Например, используют десятибалльную шкалу, где оценка «1» – минимальное возможное значение, которое обозначает худшее качество материала, а оценка «10» – максимально возможное значение, которое характеризует самое высокое качество материала.

Для оценки предприятия-изготовителя примем следующие обозначения. Обозначим через h_{ik} – балл i -го эксперта для k -критерия, тогда весомость конкурентоспособности предприятия можно определить по формуле (3).

$$P_{ik} = \frac{h_{ik}}{\sum_{k=1}^m h_{ik}} \quad (3)$$

где $\sum_{k=1}^m h_{ik}$ – сумма i -ой строки;

P_{ik} – весомость, подсчитанная для k -критерия i -м экспертом.

С учётом того, что ключевой фактор успеха предприятия $P_i = \sum_{j=1}^L r_{ij}$, получаем:

$$Y_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^m r_i} \quad (4)$$

Третьим этапом производится определение ранга характеристик для каждого предприятия-изготовителя материала R_i^j , где j – рассматриваемая компания отрасли $j \in [1, m]$, i – рассматриваемые ключевые факторы, $i \in [1, n]$ [8]. Это взвешенная оценка по отдельным факторам, вычисляемая как произведение оценки предприятия-изготовителя по данному показателю на его вес по формуле (5):

$$\text{РАНГ} = Y_i \cdot P_i \quad (5)$$

Четвертым этапом рассчитывается общая сумма оценок характеристик по каждому предприятию-изготовителю материала [9]:

$$R^j = \sum_{i=1}^n R_i^j \quad (6)$$

Определяющий показатель наилучшего материала имеется у каждой компании. Условно примем, что суммы всех показателей качества материала «X» будут оценивать показатель конкурентоспособности компании [10].

На основании этого можно провести расчет уровня качества материалов и конкурентоспособности компаний, предлагающих изоляционные материалы, методом многокритериального сравнения альтернативных вариантов. В качестве этих вариантов принимаем следующие марки материалов: «Rockwool SeaRox FB6040 AU»; «Tizol-flot Fire 100»; «Paroc Marine Fire Slab 100»; «Isotec U Marine Wired Mat 66 Alu 1». Выбранные марки изоляционно-отделочных материалов отличаются по своим параметрам.

Характеристики перечисленных выше материалов представлены в первой статье авторов [11]. При решении данной задачи в качестве основных потребительских параметров выбраны: безопасность, экологичность, толщина материалов, плотность материала, скорость монтажа, ремонтпригодность, утилизация, масса изоляции. В качестве экономического параметра выбрана стоимость единицы массы материала.

Для оценки пригодности продукции используем метод экспертных оценок, в котором принимаем, что оценка важности частного критерия оценивается по балльной шкале от 0 до 10. При этом значение, равное «0», обозначает наихудший показатель качества, который неприемлем для применяемого материала [12].

Затем по заданным оценкам экспертов, используя метод взвешенной функции, расставляем степени, следуя рекомендации: чем важнее качество материала, тем выше степень (значение функции принадлежности лежит в интервале от 0 до 1).

После этого определяем ранг характеристик каждой компании и находим общую сумму оценок, определяющую наивысший показатель наилучшего материала каждой компании [13]. В результате вычисления произведений последних значений определим показатели конкурентоспособности материалов «X», которые представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Определение показателей конкурентоспособности материалов

Ключевые факторы	Вес « Y_i »	Противопожарная изоляция							
		Конкурирующие компании							
		TIZOL FLOT		PAROC		ROKWOOL		ISOTEC	
		P_i	Ранг	P_i	Ранг	P_i	Ранг	P_i	Ранг
Безопасность	0,25	9	2,25	9	2,25	9	2,25	8	2,00
Экологичность	0,25	9	2,25	9	2,25	9	2,25	8	2,00
Толщина материала	0,05	6	0,30	8	0,40	7	0,35	8	0,40
Плотность материала	0,02	8	0,16	9	0,18	6	0,12	8	0,16
Скорость монтажа	0,02	8	0,16	9	0,18	6	0,12	8	0,16
Ремонтопригодность	0,01	7	0,07	8	0,08	7	0,07	8	0,08
Утилизация	0,05	5	0,25	7	0,35	7	0,35	7	0,35
Стоимость	0,25	9	2,25	7	1,75	4	1,00	6	1,50
Масса изоляции	0,10	7	0,70	6	0,60	9	0,90	6	0,60
X	1,00	68	8,39	72	8,04	64	7,41	67	7,25

Определение уровня конкурентоспособности продукции и предприятия-изготовителя являются немаловажным фактором при выборе материала.

Из данных Таблицы 1 видно, что самым конкурентоспособным, а следовательно, наиболее качественным, является материал марки «Tizol-flot Fire 100» с Рангом (R) = 8,39. Этот материал удовлетворяет требованиям к изделию по основным технологическим характеристикам (безопасности и экологичности) и стоимости. Кроме того, на основании проведенного в Таблице 1 многокритериального сравнения альтернативных вариантов [14], [15], был выбран возможный вариант для замены основного – материал «Paroc Marine Fire Slab 100». Таким образом, на основе полученных данных, можно рекомендовать материалы марок «Tizol-flot Fire 100» с Рангом (R) = 8,39 и «Paroc», имеющий Ранг (R) = 8,04.

Следует отметить, что определение показателей конкурентоспособности можно провести и по другим выбранным основополагающим критериям в зависимости от назначения изоляционно-зашивочных материалов.

Заключение

На основании проведенных исследований и расчетов можно заключить, что метод многокритериального сравнения альтернативных вариантов является наиболее обоснованным для выявления наилучшего изоляционно-зашивочного материала, а также для определения конкурентоспособности продукции. Применяя указанный

метод на практике, на наш взгляд, можно получить хотя и приближенные, но достоверные результаты [16]. Следовательно, его использование может предотвратить убытки потребителей и снизить появление дефектов в процессе изготовления и последующей эксплуатации изделий, что является весьма актуальным в условиях рыночной экономики.

Таким образом, метод многокритериального сравнения – это довольно сложный, но результативный процесс, который позволяет выявить влияние определенных факторов на конечный результат [17]. Данная методика может применяться во многих сферах жизни и эффективно использоваться для ведения бизнеса [18]. Также метод многокритериального сравнения можно использовать для достижения прорывных задач с помощью простых методов.

Список литературы:

1. Лотов А.В., Поспелова И.И. Многокритериальные задачи принятия решения: Учеб. пособие/ А.В. Лотов. – М: МАКС Пресс, 2008. – 197 с.
2. Международный кодекс по применению процедур испытания на огнестойкость (Резолюция MSC.61(67) ИМО) – Санкт – Петербург; ФГУП «ЦНИИТС», 2005 – 92 с.; ISBN: 5-8072-0024-1.
3. Lloyd's Register Group Limited. <https://www.lr.org/en/>
4. Правила РМРС – Санкт-Петербург, 2019. – 5000 с.
5. Информационные технологии и системы поддержки принятия решений [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.e-college.ru>, свободный.
6. Ногин В.Д. Принятие решений при многих критериях: Учебно-методическое пособие/ В.Д. Ногин. – СПб: Издательство «ЮТАС», 2007. – 104 с.
7. Технологии принятия решений: метод анализа иерархий [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://citforum.iubir.ru>, свободный.
8. Технологии анализа данных [Электронный ресурс], Режим доступа: <http://www.basegroup.ru>, свободный.
9. Introduction to Type-2 Fuzzy Sets and Systems/ Mendel J./IEEE Computational Intelligence Magazine. -2007. – № 2.-Яз. англ
10. Simon Coupland . Type-2 Fuzzy Control of a Mobile Robot. – United Kingdom. – 30 с – Яз. англ.
11. Степанова А.А., Михеева Т.А. Обоснование выбора изоляционно-защитных материалов для помещений плавучего ресторана бассейнов разряда «Р» с целью обеспечения безопасности пребывания посетителей // Вестник Волжской государственной академии водного транспорта. – 2019. – №59. – с. 70–78
12. Ship insulation Paroc. <https://www.paroc.ru/resheniya-paroc/marine-and-offshore>
13. Type approval according to marine equipment directive fire safety – standard for certification № 2.9., DNV. – 2013.
14. Rockwool. <https://www.rockwool.ru/>
15. SOLAS-74 – International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974
16. ISM CODE – International Safety Management Code
17. TIZOL-FLOT. <http://тизол-флот.рф/catalog/>
18. A Novel Algorithm for Tuning of the Type-2 Fuzzy System: Материалы конф. / First Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 29–31 августа 2007.-Яз. англ.

SELECTION OF INSULATION-SEWING MATERIALS FOR ROOMS OF CLASS «R» FLOATING RESTAURANT BY THE METHOD OF MULTI- CRITERIA COMPARISON OF ALTERNATIVE OPTIONS

Anastasia A. Stepanova,

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Tatyana A. Mikheeva,

Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. This article proposes and considers a method for solving the problem of the optimal choice of insulation and sewing materials for the interior of a floating class «P» restaurant. This method is based on the principle of multi-criteria comparison of alternative options [1]. For comparison, most suitable insulation materials for a vessel of this type were selected. Since in modern shipbuilding safety and comfort demands of the interior of the vessels are high, so the requirements for insulation materials on the interior are also high. Various characteristics of insulating and sewing materials, which determine their quality level, were analyzed in details. When studying the characteristics of insulating materials, the technological level and competitiveness of the manufacturer were taken into account. To determine the most suitable insulation material for the interior decoration of the floating restaurant, multi-criteria comparison method was first applied. The determination of the materials competitiveness was made.

Key words: insulation and sewing materials, alternative options, safety, optimization, criterion, ranking, competitiveness.

Reference

1. Lotov A.V., Pospelova I.I. Multicriteria decision-making problems: Textbook. allowance / A.V. Lotov.- M: MAX Press, 2008.-197 p.
2. Mezhdunarodnyj kodeks po primeneniju protsedur ispytaniya na ognestojkost' (Rezoljutsija MSC.61(67) IMO) – Sankt – Peterburg; FGUP «TsNIITS», 2005 – 92 s.; ISBN: 5-8072-0024-1.
3. Lloyd's Register Group Limited. <https://www.lr.org/en/>
4. Pravila RMRS – Sankt-Peterburg, 2019. – 5000 s.
5. Information technology and decision support systems [Electronic resource] – Access mode: <http://www.e-college.ru>, free.
6. Nogin V.D. Decision making under many criteria: Educational-methodical aid / V.D. Nogin.-SPb: UTAS Publishing House, 2007.-104 p.
7. Decision making technologies: hierarchy analysis method [Electronic resource], Access mode: <http://citforum.iubip.ru>, free.
8. Stepanova A.A., Mikhheeva T.A. The rationale for the selection of insulation and sewing materials for the premises of a floating restaurant of swimming pools of category "R" in order to ensure the safety of visitors' stay // Bulletin of the Volga State Academy of Water Transport. – 2019.- No. 59. – p. 70-78.
9. Data analysis technologies [Electronic resource], Access mode: <http://www.basegroup.ru>, free.
10. Izoljatsija dlja sudostroenija. http://professorltd.com/katalog/tehnicheskaya_teplo_zvukoizolyatsiya/izolyatsiya_dlya_sudostroenija
11. Introduction to Type-2 Fuzzy Sets and Systems/ Mendel J./Ieee Computational Intelligence Magazine.-2007.- № 2.-Яз. Англ
12. Simon Coupland . Type-2 Fuzzy Control of a Mobile Robot.- United Kingdom.-30 с – Яз. англ.
13. Ship insulation Paroc. <https://www.paroc.ru/resheniya-paroc/marine-and-offshore>
14. Type approval according to marine equipment directive fire safety – standard for certification № 2.9., DNV. – 2013.
15. Rockwool. <https://www.rockwool.ru/>
16. SOLAS-74 – International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974
17. ISM CODE – International Safety Management Code
18. TIZOL-FLOT. <http://тизол-флот.рф/catalog/>
19. A Novel Algorithm for Tuning of the Type-2 Fuzzy System: Материалы конф. / First Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems Ferdowsi University of Mashhad, Iran, 29-31 августа 2007.-Яз. англ.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Анастасия Алексеевна Степанова, магистрант кафедры «Проектирования и технологии постройки судов», Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»), 603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5. e-mail: destiny1995@yandex.ru

Татьяна Александровна Михеева, доцент, к.т.н., доцент кафедры «Проектирования и тех-

Anastasia A. Stepanova, student of the Department of «Design and shipbuilding technology», Volga State University of Water Transport, 5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951.

Tatyana A. Mikhheeva, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Associate

нологии постройки судов», Волжский
государственный университет водного
транспорта (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»),
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5,
e-mail: MiheevaTA@yandex.ru

Professor of the Department of «Design and
shipbuilding tech-nology», Volga State
University of Water Transport,
5, Nesterov st, Nizhny Novgorod, 603951

Статья поступила в редакцию 28.04.2020

