

На правах рукописи



Мороз Анастасия Юрьевна

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ
МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА**

05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук

Москва – 2021

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Научный руководитель

д.т.н., доцент
Рахманов Михаил Львович

Официальные оппоненты:

Аронов Иосиф Зиновьевич,
д.т.н., старший научный сотрудник,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Российский институт
стандартизации», советник генерального
директора

Поцбенева Ирина Валерьевна,
к.т.н., доцент, Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский
государственный технический университет»
(ВГТУ), доцент кафедры

Ведущая организация

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Тульский государственный
университет», г. Тула

Защита диссертации состоится 28 декабря 2021 г. в 13:00 на заседании диссертационного совета Д.212.125.10, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Волоколамское ш., д. 4, г. Москва, А-80, ГСП-3, 125993

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», <https://mai.ru/events/defence/>

Автореферат разослан « »

2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доцент, к.т.н.



Денискина Антонина Робертовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Данная работа посвящена разработке методики формирования нормативной базы международного проекта (далее – МП) по созданию изделия машиностроения. Под нормативной базой (далее - НБ) проекта понимается совокупность документов, обеспечивающих реализацию требований Заказчика на этапах жизненного цикла проекта.

Областью изучения выступает ракетно-космическая промышленность (далее – РКП), как одна из инновационных отраслей машиностроения России с развитым международным сотрудничеством. Управление качеством работ МП и применение в них стандартов обеих сторон усложнено закономерным различием требований. Для сложной техники различия в требованиях способно привести к снижению качества реализации проекта. Интерес к стандартизации РКП выражается еще в нескольких аспектах: в ней действуют отраслевые стандарты, порядок применения международных стандартов не регламентирован однозначно, а фонд нормативных документов (далее - НД) достаточно широк и разнообразен как по аспектам стандартизации, так и по техническому уровню. Однако широкий нормативный фонд РКП осложняет формирование НБ, учитывая, что методика ее создания отсутствует. При этом требования стандартов не должны служить препятствием в реализации научных проектов и применении инноваций. Следовательно, стандарты в НБ не должны быть устарелыми.

Степень разработанности темы исследования

Проблематика формирования нормативного обеспечения МП международного проекта с учетом сопоставления требований зарубежных и российских стандартов неоднократно поднималась и исследовалась в научных трудах в различных аспектах. Среди работ в области международной стандартизации и управления качеством продукции следует отметить работы В.В. Бойцова, А.В. Гличева, Б.В. Бойцова, В.С. Аванесова, И.А. Боровской, Т.М. Полховской, И.З. Аронова, В.Я. Белобрагина, В.Г. Версана и других отечественных и зарубежных ученых. Упомянутые ученые не раз обращали внимание на состояние стандартов для использования в МП. Предложенная в работе модель к оценке уровня элемента НБ основана на модели японского

ученого в области качества Нориаки Кано, который сформулировал группы характеристик для лояльности потребителя. Среди исследований по актуальности применения модели Кано выделим работы Ю.П. Адлера, В.А. Лapidуса и др.

Объект исследования – процесс формирования НБ как совокупности элементов для реализации международного проекта.

Предмет исследования – характеристики элементов НБ для формирования нормативной базы международного проекта.

Цель исследования - разработка методики формирования НБ для международного проекта создания изделия.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) выполнить анализ опыта формирования нормативной базы для международного проекта;
- 2) выявить особенности и проблемы стандартизации в ракетно-космической промышленности, в частности, применения в ней стандартов обеих сторон для международных проектов;
- 3) разработать модель к определению характеристик элементов НБ при её формировании;
- 4) разработать методику формирования НБ международного проекта;
- 5) провести апробацию разработанной методики в международном проекте по созданию изделия ракетно-космической техники.

Научная новизна.

Научная новизна исследования по решению актуальной задачи формирования нормативной базы МП состоит:

- 1) во впервые проведенной разработке характеристик к элементам нормативной базы международного проекта;
- 2) для квалиметрического определения характеристик элементов НБ в международном проекте впервые разработана модель на основе модели Кано, позволяющая выбирать элементы НБ в зависимости от специфики проекта и мнения потребителей, в отличие от ранее предлагаемых универсальных моделей и подходов;
- 3) в разработке методики формирования нормативной базы международного проекта, основанной на внедрении модели к определению

характеристик элементов НБ, в том числе включающий верификацию и валидацию требований;

4) в проведенной модификации метода анализа иерархий для поиска консенсус-решений при несоответствии требований российских и зарубежных стандартов, что позволяет унифицировать требования в проекте.

Теоретическая значимость работы.

Результаты настоящего исследования позволяют повысить качество международного проекта по созданию изделия машиностроения. Это достигается применением разработанной методики формирования нормативной базы для качественного конкурентоспособного продукта, создаваемого в рамках международного проекта.

Практическая значимость проводимых исследований состоит в успешном применении разработанного теоретического аппарата в международном проекте на примере создания изделия ракетно-космической промышленности. Эффективность применения нормативной базы увеличилась после применения методики формирования нормативной базы, что документально подтверждено АО «ЦНИИмаш». Результаты работы формализованы в стандарте организации, внедренном и применяемом в ООО «ВедаПроект». Общие принципы формирования нормативной базы международного проекта легли в основу проекта предварительного национального стандарта РФ «Формирование нормативной базы международного проекта. Общий порядок».

Методология и методы исследования.

При выполнении исследований и решении поставленных задач использованы основные научные положения методологии системного и процессного подходов (анализ, синтез), метода функционального моделирования IDEF-0, методологии управления качеством и проектами, количественные методы улучшения процессов по методологии «Шесть сигм» - построение модели Кано, теории принятия решений, метода анализа иерархий, эмпирические методы, маркетинговый принцип «5Р».

Положения, выносимые на защиту.

Наиболее значимым результатом, теоретическим выводом, обладающим научной новизной и выносимым на защиту, являются следующие положения:

- 1) модель определения характеристик элементов НБ в рамках реализации международного проекта;
- 2) методика формирования НБ международного проекта
- 3) модифицированный метод анализа иерархий для поддержки оптимального решения при рассмотрении несоответствий зарубежного и российского стандартов;
- 4) уровни характеристик элементов нормативной базы международного проекта.

Степень достоверности и апробация результатов обеспечивается применением обозначенной методологии, направленной на комплексное и системное изучение избранной проблематики, а также подтверждается разработанным проектным документом по результатам деятельности Совместной рабочей группы анализа стандартов, применяемых в международном проекте – «Объединенного документа применяемых стандартов/требований ЕКА/Госкорпорация «Роскосмос», разработкой и внедрением стандарта организации по формированию НБ в ООО «ВедаПроект», разработкой проекта предварительного национального стандарта, направленного в Росстандарт.

Личный вклад автора состоит в его участии в совместном международном проекте РКП России и Европы. Автор данной работы входил в состав совместной рабочей группы ЕКА/Роскосмос для анализа возможности применения международных стандартов, непосредственно формировал НБ международного проекта с проведением мероприятий по оценке уровня применяемых стандартов в соответствии с ТЗ и сопоставлением зарубежных и российских стандартов

Основные положения и наиболее важные научные и практические результаты научно-квалификационной работы докладывались на международных конференциях: «IV Международная научно-практическая конференция «Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону, 2017, «V Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы науки и техники», г. Самара, 2018, Международная научная конференция «Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития», г. Москва, 2020, VIII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Техническое регулирование в Едином

экономическом пространстве», г. Екатеринбург, 2021. Всего автором создано 22 публикации в изданиях, входящих в список ВАК Минобрнауки РФ, 2 издания монографии. Методика, представленная в работе, послужила инструментом для верификации требований международных стандартов и создания НБ международного проекта РКП России, применяется как стандарт организации в организации машиностроения. На основании общих теоретических принципов методики разработан проект предварительного национального стандарта РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка цитируемой литературы (63 источника). Материал работы изложен на 147 страницах, включая 26 рисунков и 68 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы исследования, изложены цель и задачи диссертационной работы, показана научная новизна и практическая значимость, представлены положения, выносимые на защиту, указан личный вклад автора в исследование.

В первой главе приведена практика применения стандартов и формирования НБ в Ракетно-космической промышленности (далее – РКП) для МП (рисунок 1).

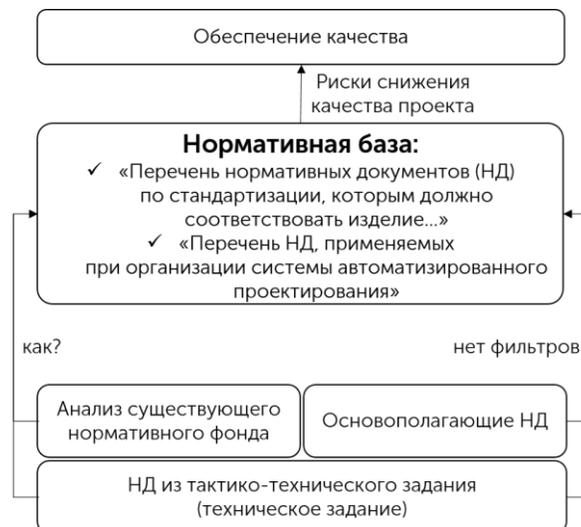


Рисунок 1 – Формирование нормативной базы. Существующая практика

Изучение законодательства в области технического регулирования и стандартов по управлению жизненным циклом изделий различного назначения

показало, что непосредственно создание перечня применяемых стандартов, то есть НБ, регламентировано. Перечни применяемых стандартов требуются как для объектов технического регулирования, так и для объектов вне Технических регламентов. Однако процесс формирования перечня НБ не определен, в т.ч. и для МП. Так возникают риски снижения качества результата проекта, когда НБ формируют из неактуальных НД, не подходящих под требования проекта, без учета специфики применения международных стандартов - из-за чего возможны несоответствия требований. Специфика применения международных стандартов в НБ рассмотрена в сравнении особенностей стандартизации РКП в России и в Европе (табл.1).

Таблица 1 – Сравнение методологий стандартизации на примере РКП России и Европы

Признак	Зарубежная методология стандартизации (Европа, РКП)	Отечественная методология стандартизации (Россия, РКП)	Влияние на формирование нормативной базы
Применение НД	Обязательное применение некоторых категорий документов, в целом – добровольное применение	Обязательное применение некоторых категорий документов, в целом – добровольное применение	Положительное. В российской стандартизации (стандарты на РКП) количество обязательных документов, действующих на национальном уровне меньше, чем действующих для добровольного применения.
Ориентировочное число НД в фонде	Порядка пятисот НД (аналогов отраслевых стандартов – ECSS – больше ста)	Больше десяти тысяч документов	Отрицательное. Большая номенклатура стандартов РФ увеличивает трудоемкость анализа.
Подход к разработке НД в целом	Однозначно систематичен, один документ охватывает несколько аспектов стандартизации начиная от продукции, требований к ней и методов ее испытаний	«Дробление» аспектов стандартизации на более мелкие, что приводит к нерациональному расширению номенклатуры стандартов	Аналогично вышеуказанному

Обязательность применения внедренного нормативного документа в целом	Реализован принцип выборки требований из стандартов	Обязательность применения стандарта в полном объеме при требования Заказчика	При выполнении анализа требований, с российской стороны может возникать конфликт, при котором российские требования будут «навязаны» ввиду обязательности применения документа полностью
--	---	--	--

Данные таблицы 1 указывают на различие систем стандартизации, НД, что необходимо учитывать при формировании НБ МП. В связи с этим актуальна разработка нового методического аппарата формирования НБ. Для решения проблемы предложен ключевой подход к формированию НБ (рисунок 2) МП.

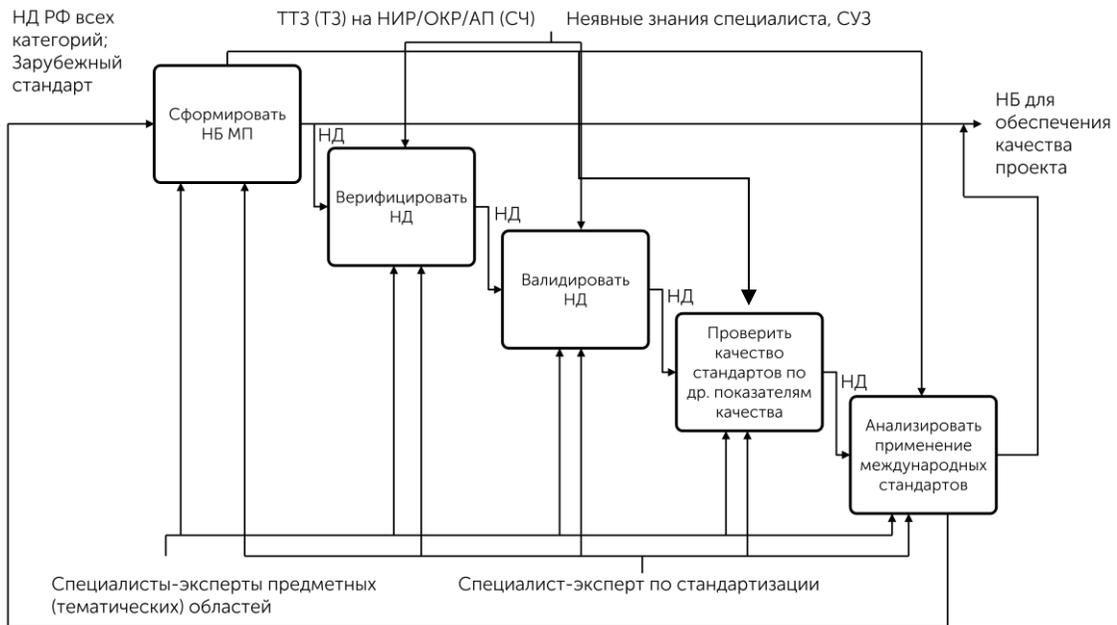


Рисунок 2 – Предлагаемый ключевой подход к формированию НБ

Вторая глава посвящена разработке требований к элементам НБ и подходов к их оценке. На основании порядка 20 технических заданий (далее – ТЗ) на МП установлен состав НБ (рисунок 3).

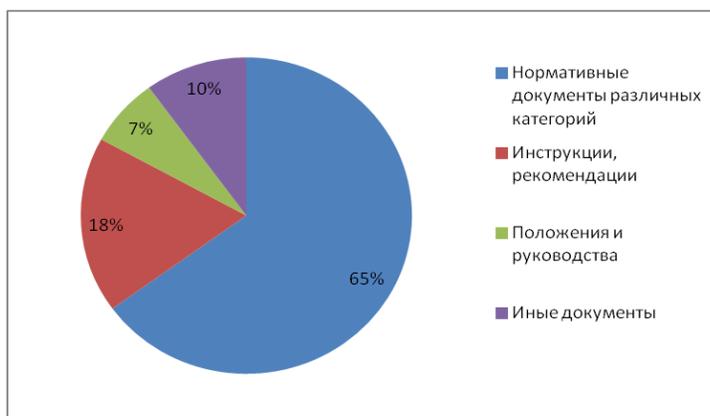


Рисунок 3 – Состав нормативной базы

Для оценки документов, которые планируется включить в НБ, целесообразно разработать к ним требования. Разнообразие проектов, их показателей качества и самих категорий НД создает необходимость вводить градацию (категории) характеристик НБ. Обязательные характеристики элемента НБ разработаны по Федеральному закону РФ от 29.06.2015 № 162-ФЗ «О стандартизации в РФ»: отсутствие дублирования и противоречия, контролепригодность и т.д. Согласно ГОСТ Р ИСО/ТС 10303-1348-2016 «Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 1348. Прикладной модуль. Управление требованиями», а также установленным Целям ООН в области устойчивого развития, которые поддерживает и реализует в своих стандартах ИСО, предложены к исследованию характеристики: гармонизация; экономическая целесообразность; экологичность применения и производства; защита информации и др. НБ, как объект, предназначена для проектной группы. Для исследования мнения проектной группы о требованиях к НБ и определения важности характеристик её элементов используется метод построения модели Канон. Достоинства метода: расширение номенклатуры изучаемых требований потребителя, отсутствие сложной статистической обработки результатов. В качестве экспертов привлечено 20 человек из числа пользователей НБ проекта. По каждой предложенной характеристике задано два вопроса, ответы выбирают из: «Мне это нравится», «Так должно быть», «Мне все равно», «Я могу с этим жить/терпеть», «Мне это не нравится». По ответам экспертов сформирована частотная таблица, ввиду объема представленная в диссертационном

исследовании. Интерпретация ответов проведена по таблице 2.

Таблица 2 – Интерпретации типов характеристик

		Дисфункциональный (функция отсутствует)				
		Нравится	Ожидая	Все равно	Потерплю	Не нравится
Функциональный (Функция присутствует)	Нравится	Сомнительная	Привлекательные	Привлекательные	Привлекательные	Одномерные
	Ожидая	Нежелательные	Неважные	Неважные	Неважные	Необходимая
	Все равно	Нежелательные	Неважные	Неважные	Неважные	Необходимая
	Потерплю	Нежелательные	Неважные	Неважные	Неважные	Необходимая
	Не нравится	Нежелательные	Нежелательные	Нежелательные	Нежелательные	Сомнительная

На основе частоты отнесения каждой из характеристик к тому или иному типу рассчитан потенциал удовлетворенности и неудовлетворенности для каждой из характеристик по формулам (1)-(2) и представлен в таблице 3:

$$P_{уд} = \frac{(X_C + X_{од})}{(X_C + X_{од} + X_{нб} + X_{об} + X_{бз})} * 100 \%, \quad (1)$$

$$P_{нд} = \frac{(X_{од} + X_{нб} + X_{об})}{(X_{пр} + X_{од} + X_{нб} + X_{об} + X_{бз})} * (-100 \%), \quad (2)$$

где $P_{уд}$ – потенциал удовлетворенности потребителей;

$P_{нд}$ – потенциал неудовлетворенности потребителей;

X_C – сомнительные характеристики;

$X_{од}$ – одномерные характеристики;

$X_{нб}$ – необходимые характеристики;

$X_{об}$ – характеристики обратного действия;

$X_{бз}$ – безразличные характеристики.

$X_{пр}$ – привлекательные характеристики.

Разнообразие проектов и аспектов НД вводят необходимость градаций характеристик – разделения по уровням. На основе одномерных и необходимых характеристик сформирована номенклатура характеристик для допустимого уровня элемента НБ, а на основе привлекательных характеристик – характеристики для усовершенствованного элемента НБ. Характеристики обратного действия, т.е. вызывающие негатив пользователя – равны нулю, они исключены из рассмотрения.

Таблица 3 – Характеристики удовлетворенности и неудовлетворенности

	Удовлетворенность	Неудовлетворенность
1.1 Взаимосвязь с основополагающими стандартами.	0,722	-0,8
1.2 Экономическая обоснованность применения в течение года.	0,786	-0,65
1.3 Установление исключений.	0,474	-0,9
1.4 Обозначение (базовое значение: соответствует правилам присвоения, в частности, присвоения обозначения систем).	0,539	-0,55
1.5 Наименование соответствует правилам присвоения, в частности, присвоения обозначения систем.	0,75	-0,8
1.6 Согласование с организациями промышленности.	0,667	-0,7
1.7 Соответствие области распространения стандарта и терминологии основополагающего стандарта.	0,723	-0,85
1.8 Использование в основных разделах стандарта.	0,667	-0,7
1.9 Гармонизация стандарта со стандартами ИСО и МЭК.	0,722	-0,8
1.10 Перевод ссылочных НД ИСО и МЭК на русский язык.	0	0
1.11 Способствование оптимизации требований к устанавливаемому объекту стандартизации.	0,25	-0,2
1.12 выполнение требований подвергается контролю с применением стандартных методов контроля.	0,333	-0,15
1.13 Взаимосвязь с требованиями других стандартов путем нормативных ссылок.	0,625	-0,7
1.14 Возможность оценить экономический эффект от внедрения стандарта.	0,333	-0,25
1.15 Возможность оценки трудоемкости проводимых работ в соответствии с требованиями стандартной методики.	0,25	-0,15
1.16 Гибкость применения для разных отраслей промышленности, производств.	0	0
1.17 Установление объекта и максимального числа аспектов его стандартизации.	0,737	-0,8
1.18 Структура соответствует основополагающим стандартам.	0,25	-0,15
1.19 Согласование с другими техническими комитетами по стандартизации, смежных областей деятельности.	0,667	-0,8
1.20 Согласование с другими Федеральными органами исполнительной власти.	0,2	-0,05
1.21 Однозначность формулировки понятия.	0,687	-0,75
1.22 Заимствование иностранных терминов сведено к минимуму.	0,364	-0,25
1.23 Уровень адаптации терминологии, при условии заимствования, гармонизации и перевода – однозначно адаптирована в связи с переводом.	0,3	-0,2
1.24 Соответствие общесистемным терминам.	0,334	-0,25
1.25 Наличие синонимов.	0	-0,05
1.26 Научно-технический уровень перевода требований.	0,334	-0,25
1.27 Адаптация гармонизированных требований к условиям российской практики по содержанию.	0,334	-0,1

1.28 Региональная гармонизация в общем случае.	0,334	-0,25
1.29 Экологичность описывает требования по безопасной утилизации, экологическому менеджменту и т.д.	0,5	-0,15
1.30 Влияние человеческого фактора на конечный результат.	0,285	-0,2
1.31 Добросовестная конкуренция.	0,2	-0,1
1.32 Применение автоматизации – способствует, документирует и минимизирует применении ручного труда.	0,3	-0,2
1.33 Развитие других отраслей деятельности, производства, науки.	0,2	-0,15
1.34 Актуальность.	0,667	-0,7
1.35 требования ссылочных НД соответствуют тому документу, в котором приводятся.	0	0
1.36 Легитимность – все требования ратифицированы.	0,687	-0,7
1.37 Наличие грифа ограничения распространения информации.	0	0
1.38 Использование стандарта только в бумажном формате.	0	0
1.39 Установление конкретных применяемых материалов.	0	0
1.40 Для реализации требований требуется аттестованный персонал.	0	0
1.41 Обязательность форм документов для документирования процесса.	0	0
1.42 Абсолютная стандартизация каждой операции процесса/показателя качества.	0	0
1.43 Требуется пересмотр и внесения изменений во многие документы по стандартизации в организации	0	-0,15

Полный набор характеристик составляет усовершенствованный уровень элемента НД представлен диаграммой Исикавы, или «причина-следствие» (рисунок 4). Помимо него, выделены следующие уровни элементов НБ:

- допустимый – по законодательным требованиям к регламентирующим документам. НД уровня целесообразны для создания продукции относительно простой конструкции, с низкой опасностью при эксплуатации, а также для документов вспомогательных процессов и стандартов на термины и определения;

- приемлемый – на основе равнозначных характеристик модели Кано. Для НД проекта по созданию продукции среднего уровня сложности и критичности дефектов, с минимальным количеством составных частей любого типа производства, для документов по оборудованию, оснастке, методам контроля.

Модель оценки элементов НБ по предложенным уровням разработана на основе модели Кано и экспертном методе, включает следующие действия:

1. определить назначение проекта и требуемые элементы НБ.
2. принять во внимание результаты верификации и валидации документов.
3. ознакомление с требованиями документа.
4. принять шкалу оценки характеристик элемента.
5. составление базовой формы (бланка), заполняемого в процессе анализа.
6. сравнение требований, выставление оценок.
7. расчет средней арифметической оценки элемента НБ и формирование вывода о соответствии требуемому уровню.

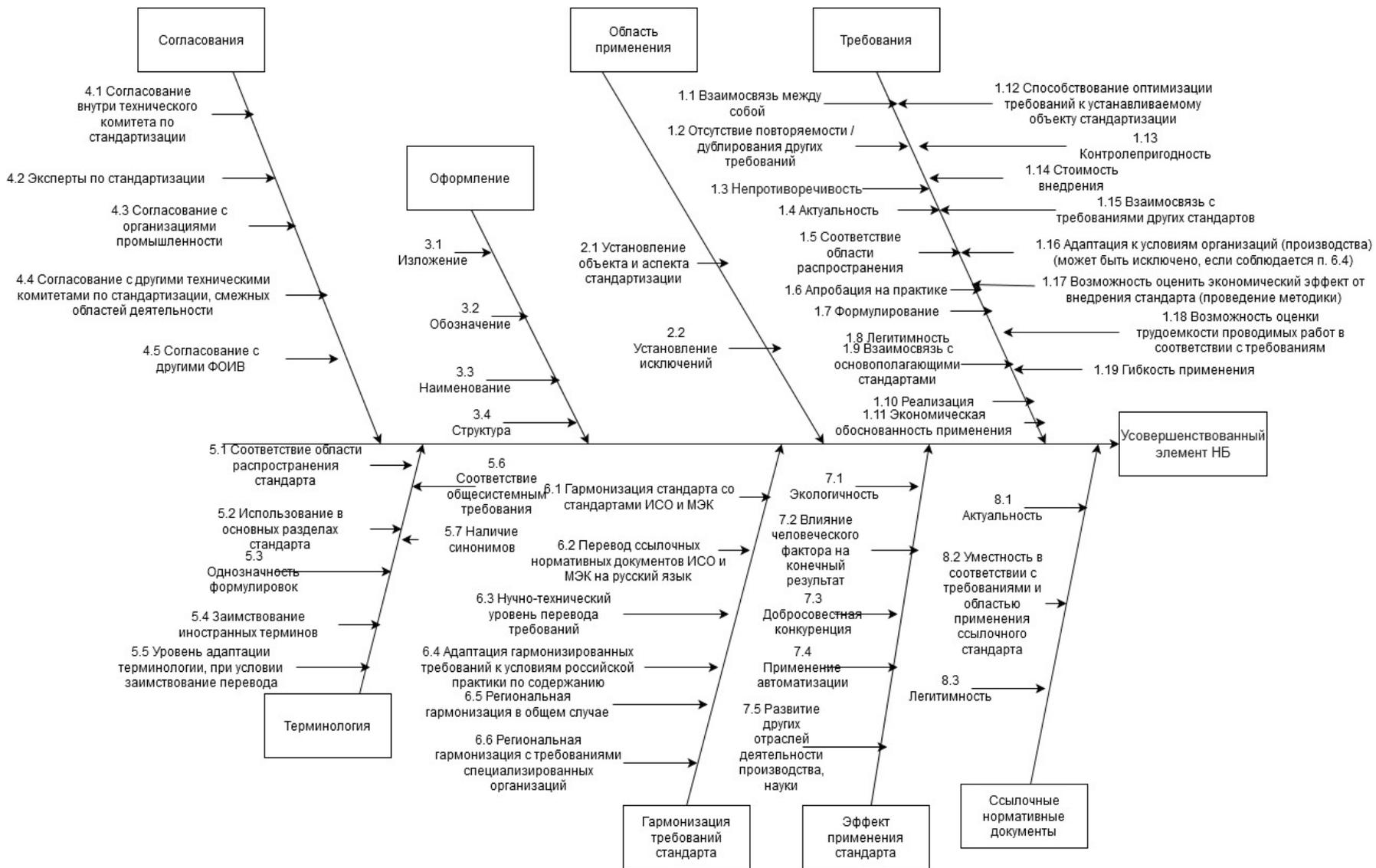


Рисунок 4 – Диаграмма Исикавы с набором характеристик элементов НБ для оценки усовершенствованного элемента

В третьей главе разработана методика формирования НБ МП, включающая в себя применение разработанной модели к оценке требований элементов НБ. Этапы методики – валидация и верификация НД – способствуют формированию НБ проекта из актуальных элементов. Этапы методики формирования НБ МП представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Общая схема методики формирования НБ проекта

Блок «Анализировать возможность выполнения зарубежного стандарта» (далее – анализ) нуждается в детализации, т.к. действующими НД данный процесс не регламентирован. Детализация проведена моделированием IDEF0 и представлена на рисунке 6. Входными данными служат российские и зарубежные стандарты, исполнители – специалисты по стандартизации. Для анализа требований зарубежных и российских НД и поиска решений для адаптации требований зарубежных стандартов применен метод анализа иерархий. Блок «Оценка итогов сопоставления» предполагает работу с несоответствиями. Рассмотрены несоответствия из стандарта ECSS-Q-ST-70C «Материалы, механические части и процессы», он устанавливает требования к документации и порядок получения разрешений на использование материалов, механических компонентов и процессов при изготовлении космических систем. Элементы результатов его анализа приведены в таблице 4. Полные результаты, ввиду объема, приведены в диссертационном исследовании. По итогам анализа данного стандарта были определены сопоставимые требования в 110 НД РФ из шести категорий НД. Результаты анализа ECSS-Q-ST-70C «соответствие» – 75 требований; «слабое/частичное соответствие» – 8 тр.; «несоответствие» – 4 тр. .

Таблица 4 – Элементы анализа европейского стандарта

Требование стандарта ECSS	Наименование (-я) стандарта (-ов) России	Совместимость требований стандартов ЕКА и России	
		Заключение (соответствие/ несоответствие)	Решение рабочей группы
<p>4 Общие требования</p> <p>4.1 Требования к управлению материалами, механическими компонентами и процессами</p> <p>4.1.1 Общий обзор</p> <p>Общие работы по обеспечению качества материалов, механических компонентов и процессов в рамках проекта представлены в виде схемы на Рисунке 4-1 стандарта.</p>	<p>ОСТ 92-1020-89</p> <p>Стандарты СРПП</p>	<p>Частичное соответствие. В российских документах отсутствует схематичное описание работ по обеспечению качества материалов</p>	<p>Принято частичное соответствие – каждая сторона согласно своим стандартам.</p>
<p>4.2 Управление и систематизация работ</p> <p>4.2.2 Составление и обработка перечней</p> <p>а. Каждый поставщик и субпоставщик составляет, собирает, рассматривает и предоставляет перечни заявленных материалов, механических компонентов и процессов, включая все компоненты, предназначенные для изготовления летного оборудования</p>	<p>ОСТ 92-1020-89</p>	<p>Соответствие</p>	
<p>4.2.2g. По особо важным элементам направляется запрос на согласование в соответствии с требованиями, приведенными в Приложении D</p>	<p>Стандарты обеспечение технологичности</p>	<p>на g Несоответствие Запрос направляется с сопроводительным письмом с ВПМ. Указанная форма запроса не применяется</p>	

Для поддержки принятия решения и поиска консенсус-решения по частичным соответствиям и несоответствиям применен МАИ, учтена оценка однородности суждений эксперта. Критерии оценки альтернатив:

К.1 Информативность для других работ проекта;

К.2 Уровень автоматизации сбора необходимых данных;

К.3 Информативность и возможность применения для других проектов.

Согласно МАИ установлены парные предпочтения критериев относительно друг друга и вычислены значения по формуле (3):

$$F_j = \sum_{i=1}^n f_{ij} , (3)$$

где f_{ij} – количественная оценка предпочтения i -го показателя перед j -м при парном сравнении ($j=1,\dots,4$). В таблице 5 и на рисунке 7 проведена оценка предпочтительности критериев между собой.

Таблица 5 – Относительные парные предпочтения критериев

	Информативность документа для других работ проекта	Уровень автоматизации сбора необходимых данных	Информативность и возможность применения для других проектов
Информативность документа для других работ проекта	1	1/4	2
Уровень автоматизации сбора необходимых данных	4	1	4
Информативность и возможность применения для других проектов	1/2	1/4	1
F_i	5,5	1,5	7

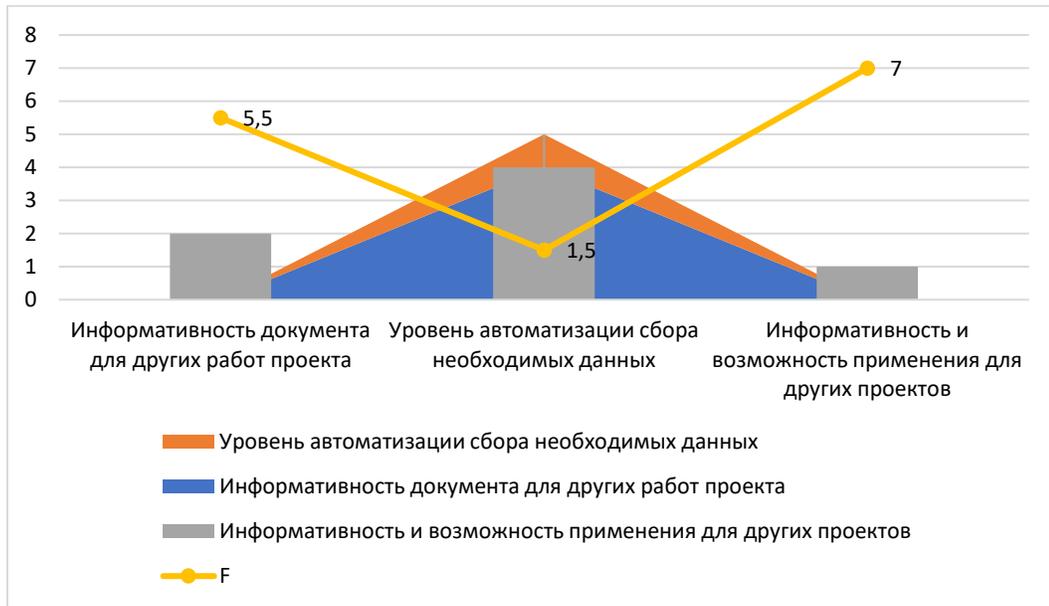


Рисунок 7– Графическая интерпретация парных предпочтений критериев

По таблице 5 вычислены значения весов показателей k_i (количественные выражения степени важности показателя, рис. 8) по формулам (4)-(5)

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n}, (4)$$

$$b_{ij} = \frac{f_{ij}}{F_j}, (5)$$

Под информативностью понимается, что документ возможно использовать как информацию для других процессов проекта. Учитывая, что перечень критичных технологических процессов (КТП) и особо ответственных операций (ООО) содержит информацию о процессах, наиболее влияющих на качество и надежность изделия, данный документ информативнее по сравнению с другими альтернативами. Однако перечень процессов производства более информативен для разработки процессов валидации и верификации, что характеризуют выставленные оценки для альтернативы «Перечень процессов производства».



Рисунок 8 – Количественные выражения степени важности каждого показателя

Степень автоматизации при оценке альтернатив рассматривается как средство, снижающее трудоемкость разработки документа. В организациях РКП информационные потоки всех основных процессов автоматизированы по разным уровням. По сравнению с другими альтернативами наиболее полно внедрена автоматизация процессов производства и, следовательно, быстрее возможно собрать данные по ним. Информатизация и возможность применения для других проектов рассматривается в том смысле, что документ возможно с доработками применить для процессов другого проекта. При выработке новых решений и при создании концепции нового изделия все процессы ориентированы на надежность и качество. Следовательно, они более информативны. Затем, выполняется попарное сравнение вариантов разработки документа «Перечень процесса проекта» по заявленным ранее критериям: по информативности для других работ проекта; по степени автоматизации сбора необходимых данных; по информативности и возможности применения для других проектов. При этом вычислены веса альтернатив a_m , по формулам аналогичным (3)-(5). Полученные величины весовых коэффициентов использованы для вычисления количественных оценок итогового предпочтения альтернатив (рейтинг) по формуле (6):

$$R_m = \sum_{j=1}^n k_j a_{m,j}, \quad (6)$$

Сводные значения рейтинга альтернатив (рисунок 9) отдают предпочтение разработке документа «Перечень процессов производства» для удовлетворения интересов российской и европейской сторон.



Рисунок 9 – Итоговый рейтинг при исходных предпочтениях

Четвертая глава исследования приводит результаты апробации методики формирования НБ на примере МП РКП.

Рассматриваемый МП РКП – научный, инновационный, обладает высоким коэффициентом применяемости оригинальных составных частей. Ссылочных НД в ТЗ примерно 60 единиц. Их верификация отфильтровала три НД, валидация – один стандарт. Приводимые в ТЗ стандарты, специалисты по стандартизации и проектные менеджеры по сложившейся практике дополняют – как вновь принимаемыми, так и «зарекомендовавшими» себя НД. Их поиск осуществляют по ключевым словам, по Информационным указателям стандартов и т.п. Оценка соответствия элементов необходимому техническому уровню НБ выборочно предпринята к стандартам из ТЗ проекта. Выборка основана на мнениях участников проекта. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценка уровня элементов нормативной базы

Обозначение стандарта	Уровень элемента НБ, на который оценивался	Средняя оценка	Вывод
ГОСТ 2.101–2016	Допустимый	0,78 (ниже допустимого)	Несмотря на оценку, в проекте принято решение оставить соблюдение стандарта, однако рассмотреть возможность инициировать изменения к нему

ГОСТ Р 56874–2016	Приемлемый	0,7 (ниже допустимого)	В целом, стандарт противоречит стандартам многих общетехнических систем. Рекомендуется придерживаться стандартов общетехнических систем
ГОСТ 34.603–92	Приемлемый	0,5 (ниже допустимого)	Стандарт не соответствует современному техническому уровню, испытания автоматизированных систем целесообразно проводить по гармонизированным стандартам ИСО или требованиям Заказчика
ГОСТ Р ИСО 14644-5-2005	Усовершенствованный	0,82 (допустимо)	Принимается в проекте

После применения мероприятий по формированию нормативная база проекта уменьшилась примерно на 30 % по сравнению с ранее заявленным составом нормативной базы согласно ТЗ. Требования регламентирующих документов из ТЗ, которые не соответствуют проверяемому уровню, заменяют, или инициируют пересмотр регламентирующих документов. Одновременно данным способом реализуется процесс СМК «Анализ требований заказчика (потребителя)».

Зарубежные стандарты также проходили все этапы формирования НБ. Анализу подвергнут 21 европейский стандарт. Выводы по результатам:

- **12** европейских стандартов соответствуют российским практикам – несоответствия отсутствуют, нет разницы по каким стандартам работать;
- **один** европейский стандарт отклонен, работа проведена по российским стандартам;
- **пять** европейских стандартов реализованы в РФ путем введения ссылок на них в ТЗ;
- решение **по двум** стандартам принимается после определенных этапов жизненного цикла проекта в силу специфики изделия;
- **один** стандарт имеет по требованиям оценку «частичное несоответствие», и будет апробирован на дальнейших этапах проекта.

Полные результаты сравнительного анализа положений НД представлены в разработанном Объединенном документе применяемых стандартов-требований «ЭкзоМарс» ЕКА/Госкорпорация «Роскосмос». В разработке материалов документа – матриц сравнения требований – и в непосредственном формировании документа

принимал участие автор исследования, что подтверждено АО «ЦНИИМАШ», представленным в диссертации.

По итогам проводимых мероприятий НБ проекта состоит из:

- российских стандартов, что прошли все этапы формирования НБ;
- европейских стандартов, что прошли анализ требований, вызванный спецификой их применения.

Предложенные в исследовании и примененные в проекте практики исключили документы несоответствующего технического уровня в НБ. Главным исполнителем работ по сопоставлению требований – АО «ЦНИИМАШ» – подтвержден факт повышения качества проекта и эффективности применения НБ проектной группой. Методика формирования НБ формализована в стандарте организации для выполнения нормативно-технического обеспечения проекта, а общие принципы послужили основой для проекта предварительного национального стандарта РФ.

В дальнейшем определена технологическая успешность МП при влиянии на него НБ, отражающая степень удовлетворенности заказчика и уровень соответствия установленным требованиям и стандартам.

Технологическая успешность МП при влиянии на него НБ определена по обработке результатов анкетирования представителей заказчика проекта. В основе разработке показателей в анкете – маркетинговый принцип «5Р» – product, process, people, promotion, price. Для оценки результатов разработки НБ проекта выбраны три группы. Первая группа показателей «product» раскрывает результаты научно-технической работы, ее объединяют с группой показателей «promotion», описывающих ее оформление и продвижение. Вторая группа показателей «people» помогает оценить персонал разработчика НБ: профессиональные качества и взаимодействие в процессе работы. Третья группа показателей «process» описывает процесс выполнения работ и его организацию. Блок «price» в анкете не учитывался. Сбор данных для оценки эффективности разработанной НБ проекта проводился по предложенной анкете. Для измерения показателей выбрана 100-балльная шкала. Каждому показателю соответствуют весовой коэффициент, характеризующий степень его значимости, и оценка, характеризующая удовлетворенность Заказчика

x_2	6	7	7	7	8	8	8	9	9	8	0,170
x_3	6	6	6	6	7	7	7	8	9	7	0,153
x_4	6	6	6	6	7	7	7	8	9	7	0,153
x_5	3	3	3	4	4	4	4	5	5	4	0,086
x_6	1	2	2	3	3	3	5	5	5	3	0,072
x_7	1	1	2	3	3	4	5	5	5	3	0,072
x_8	1	2	2	2	3	4	4	4	4	3	0,064
x_9	1	1	1	1	1	2	2	2	5	2	0,040
										$\sum M_{cpi} = 45$	$\sum a_i = 1,000$

Мнение экспертов, согласованное медианой Кемени, имеет следующий вид:

$$x_9 < x_8 < x_5 < x_6 < x_7 < x_4 < x_2 < x_3 < x_1$$

Рассчитаем коэффициенты весомости:

$$a_1 = \frac{81}{421} = 0.192 \quad a_2 = \frac{72}{421} = 0.171 \quad a_3 = \frac{64}{421} = 0.152 \quad a_4 = \frac{64}{421} = 0.152$$

$$a_5 = \frac{36}{421} = 0.085 \quad a_6 = \frac{30}{421} = 0.071 \quad a_7 = \frac{30}{421} = 0.071 \quad a_8 = \frac{26}{421} = 0.062$$

$$a_9 = \frac{17}{421} = 0.038$$

Комплексный показатель, рассчитанный методом средних медиан, имеет вид:

$$Q = 0,192 * x_1 + 0,171 * x_2 + 0,152 * x_3 + 0,152 * x_4 + 0,085 * x_5 + 0,071 * x_6 + 0,071 * x_7 + 0,062 * x_8 + 0,038 * x_9 \quad (8)$$

Согласование, проведенное медианой Кемени, выявило наиболее удовлетворяющую мнению всех экспертов ранжировку экспертов:

$$x_9 < x_8 < x_5 < x_6 < x_7 < x_4 < x_2 < x_3 < x_1 \quad (9)$$

Коэффициенты весомости, найденные с использованием медианы Кемени, имеют вид:

$$a_1 = 0,192, \quad a_2 = 0,171, \quad a_3 = 0,152, \quad a_4 = 0,152, \quad a_5 = 0,085, \quad a_6 = 0,071, \\ a_7 = 0,071, \quad a_8 = 0,062, \quad a_9 = 0,038$$

Показатель эффективности НБ имеет вид (10):

$$Q = 0,192 * x_1 + 0,171 * x_2 + 0,152 * x_3 + 0,152 * x_4 + 0,085 * x_5 + 0,071 * x_6 + 0,071 * x_7 + 0,062 * x_8 + 0,038 * x_9 \quad (10)$$

Анализ оценки эффективности показал, что различные модели дают небольшие отклонения весовых коэффициентов, но модель, полученная с использованием медианы Кемени, дает самую точную комплексную оценку.

С учетом опросов экспертов рассчитаем комплексную оценку (10):

$$Q = 0,192 * 58,57 + 0,171 * 55,71 + 0,152 * 47,78 + 0,152 * 40,00 + 0,085 * 67,14 + 0,071 * 81,43 + 0,071 * 87,14 + 0,062 * 72,86 + 0,038 * 81,43 = 59,40$$

Комплексный показатель эффективности НБ равен 59,40. Показатели эффективности разработанной НБ МП, рассчитанные по формуле (10), отражены на рисунке 10.



Рисунок 10 – Показатели эффективности разработанной НБ проекта, полученные по экспертному опросу

Анализ диаграммы на рисунке 10 позволяет сделать вывод, что группа показателей «people» имеет самые высокие экспертные оценки. Группа показателей результатов проекта, т.е. «product&promotion», имеет самые низкие экспертные оценки. Комплексный показатель эффективности НБ, полученный с использованием медианы Кемени, равен 59,40. Группа показателей «product&promotion» имеет наиболее высокое значение для Заказчика и именно в этой группе показателей есть необходимость в доработках. Анализ экспертных опросов позволил выявить, что переоформление документов в соответствии с актуальными уровнем науки и техники, а также устранение незначительных отклонений НД, не влияющих на качество результата в целом, позволит значительно повысить степень удовлетворенности Заказчика и использования НБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научная и практическая задача разработки методического обеспечения формирования нормативной базы международного проекта. При этом получены следующие основные результаты:

1) установлена необходимость формирования инновационной современной НБ, на основе новых методических подходов для производства конкурентоспособного продукта в рамках международного сотрудничества;

2) выявленные особенности и проблемы стандартизации в РКП указывают на актуальность применения международных стандартов, а также на необходимость разработки подходов и моделей к определению характеристик элементов НБ;

3) разработаны требования к элементам нормативной базы, которые позволяют принять решение о включении стандарта в базу. Основанием для формализации требований выступило исследование мнения проектных групп. Требования распределены по уровням, отражающим специфику проектов и нормативных документов;

4) разработана модель определения уровня элементов НБ на основании построения модели Кано, которая позволяет разделять стандарты по уровням, в зависимости от типа проекта, аспекта стандартизации и т.п.;

5) разработана методика формирования НБ международного проекта, включающая в том числе этапы верификации, валидации стандартов, оценки их уровня соответствия требованиям проекта. Модифицирован метод анализ иерархий для математического обоснования консенсус-решений при рассмотрении несоответствий стандартов обеих сторон;

6) апробация методики проведена в рамках реализации ракетно-космическом проекте научного назначения, реализуемого Россией и Европейским космическим агентством. В результате применения методики нормативная база проекта сократилась на 30 % по сравнению с аналогичными НБ международных проектов. Это позволило уменьшить трудоемкость работ проектной группы, что подтверждено проведенной оценкой эффективности технологической успешности применения нормативной базы. Таким образом, была доказана корректность методики и подтверждена возможность ее тиражирования.

7) головным исполнителем работ по сопоставлению требований международных стандартов подтвержден факт повышения качества проекта и эффективности применения стандартов после внедрения предложенных в исследовании инструментов.

8) формализованная методика носит универсальный характер при доработке согласно специфике стандартизации различных отраслей промышленности и видов проектов. Общие положения методики легли в основу проекта предварительного национального стандарта, а также применяются в качестве стандарта организации.

9) в перспективе продолжения исследования целесообразно применять и расширять подходы к определению характеристик НБ.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях

1. Мороз А.Ю., Общие положения сопоставительного анализа требований зарубежных и российских НД // Все материалы. Энциклопедический справочник – 2016. – № 8. – С. 12-16.
2. Мороз А.Ю., Проектирование автоматизированной подсистемы управления системе менеджмента качества организации // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе – 2016 – № 2 (18) – С. 47-53.
3. Мороз А.Ю., Проблематика гармонизации зарубежных НД на национальном уровне в России // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2016. – № 3. – С. 73-76.
4. Мороз А.Ю., Оценка гармонизации зарубежных НД на национальном уровне в России // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. – 2016. – № 1 (129). – С. 87-90.
5. Мороз А.Ю., О сопоставлении и гармонизации терминологии в области управления качеством // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – № 10. – С. 67-70.
6. Мороз А.Ю., Обзор и пути совершенствования НД, регламентирующих создание автоматизированных систем // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – № 11. – С 70-77.
7. Кершенбаум В.Я, Мороз А.Ю. // Понятие «Качественный стандарт» и разработка номенклатуры его показателей качества для формирования НБ инновационного проекта в нефтегазовом машиностроении – Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса – 2019 – № 6 (114) – С 40-43.
8. Мороз А.Ю. Цели устойчивого развития в национальной системе стандартизации России // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования (выпуск по итогам Международной научной

конференции «Стандартизация и техническое регулирование: современное состояние и перспективы развития») – 2020 - № 6 (58) – с. 116-121

9. Мороз А.Ю. Применение и актуализация стандартов для достижения целей устойчивого развития в России / Стандарты и качество – 2021 – № 6 (1008) – с. 34-37.

Участие в конференциях

1. Рахманов М.Л., Мороз А.Ю., Формирование нормативной базы международного проекта – В Сборнике по итогам VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Техническое регулирование в Едином экономическом пространстве» – Екатеринбург, 2021 – с.

2. Мороз А.Ю., ПРИМ – В сборнике: Технические науки в мире: от теории к практике - Сборник научных трудов по итогам IV Международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2017. – С. 20-25.

3. Мороз А.Ю., Понятийно-терминологическое обеспечение создания автоматизированной системы по стандартизации – В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники – Сборник по итогам V Международной научно-практической конференции. – Самара, 2018 г. – С. 11-14.

Монография

1. Мороз А.Ю., Схиртладзе А.Г. Проектирование процессов и элементов автоматизированного анализа требований зарубежных и российских стандартов – Монография / Старый Оскол, 2018. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – 185 с.

Другие публикации

1. Шмаль Г.И., Кершенбаум В.Я., Гусева Т.А., Мороз А.Ю. Нормативно-правовые аспекты импортозамещения в нефтегазовом комплексе - – Нефтяное хозяйство – 2020 - № 4 – С. 6-9.

2. Н. Е. Сытов, А. Ю. Мороз, Развитие методологии автоматизации интеллектуального труда для ремонтных производств // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2018. № 8. С. 18-22.

3. Мороз А.Ю., Родионова А.В., Схиртладзе А.Г. Сокращение затрат на оснастку при конструкторско-технологической подготовке машиностроительного производства изделий // Вестник МГТУ Станкин. С. 110-113. 2017. № 3 (42)

4. Схиртладзе А.Г., Мороз А.Ю. Технологическая подготовка производства изделий машиностроения при преэмптентности конструктивных решений // Вестник МГТУ Станкин. – С. 27-29. 2017. № 2 (41)