



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Инженерная школа

Кафедра Инноватики, качества, стандартизации и сертификации

Рудой Илья Дмитриевич

**МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОЦЕССА ПОСТРОЙКИ КОРПУСА
МОРСКОГО СУДНА**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки бакалавров
по направлению 27.03.01 Стандартизация и метрология
«Стандартизация и сертификация»

г. Владивосток
2018



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа

Кафедра Инноватики, качества, стандартизации и сертификации

УТВЕРЖДЕНО
Руководитель ОП профессор, к. ф.-м. н., доцент

Чуднова О.А.
(подпись) (ФИО)

«10» сентября 2018 г.

Заведующая кафедрой к. э. н., доцент

Шкарина Т.Ю.
(подпись) (ФИО)

«10» сентября 2018 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Рудому Илье Дмитриевичу Группа Б3423

1. Наименование темы Метрологическая экспертиза технологического процесса постройки корпуса морского судна
2. Основание для разработки Приказ Сд-1 от 10.01.2018
3. Источники разработки Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»; РМГ 63-2003. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации; МУ 64-02-002-2002 Организация и порядок проведения метрологической экспертизы нормативной документации Введ. 2003-04-15.
4. Технические требования (параметры) МУ 64-02-002-2002 Организация и порядок проведения метрологической экспертизы нормативной документации Введ. 2003-04-15.

Дата выдачи задания 10.01.2018

Срок представления к защите

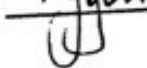
5.07.2018

Руководитель ВКР


(подпись)

Репина И.Б.
(ФИО)

Студент

Рудой


(подпись)

Рудой И.Д.
(ФИО)



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

Инженерная школа


Кафедра инноватики, качества, стандартизации и сертификации

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

На выпускную квалификационную работу студента		Рудого Ильи Дмитриевича	
Направление подготовки		27.03.01 «Стандартизация и метрология» профиль «Стандартизация и сертификация»	
группа	Б3423		
Руководитель ВКР	доцент	И.Б. Репина	
	(ученая степень, ученое звание)	(ФИО)	
На тему	Метрологическая экспертиза технической документации процесса постройки корпуса морского судна		

Дата защиты ВКР «___» _____ 20__ г.

Тема бакалаврской работы «Метрологическая экспертиза технической документации процесса постройки корпуса морского судна», является актуальной в силу своего прикладного характера. Проведение данной экспертизы существенно сокращает потери и затраты при постройке корпуса морского судна. Бакалавром сформулированы цель и задачи работы. Тема изучена на основании нормативно-правовых, аналитических, учебных и методических источников. По результатам исследований было предложено создание методических рекомендаций. Данные рекомендации соответствуют требованиям, способствуют сокращению времени при проведении метрологической экспертизы технической документации технологического процесса постройки корпуса морского судна. Содержание и структура работы соответствуют заданию и требованиям, предъявляемым к бакалаврским работам. В заключении представлены результаты проведенной работы, выполненные задачи и достигнута цель. Основные достоинства работы – разработка методических рекомендаций «Организация и порядок проведения метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна». Весь материал представлен четко и грамотно. Работа выполнялась бакалавром самостоятельно.
Оригинальность текста бакалаврской работы составляет 78 %.

Руководитель бакалаврской работы  И.Б. Репина

« 27 » _____ 2018 г.

ВВЕДЕНИЕ

Высокая значимость корпусов в обеспечении безопасности эксплуатации судна в целом предъявляет особые требования к качеству изготовления корпусных конструкций. Обеспечить соответствующие технические и эксплуатационные характеристики корпусных конструкций можно только при условии строгого выполнения технологических процессов и их стабильности. Особую роль здесь играют различные способы объективного контроля, как производственных процессов, так и самих изделий. Одним из существенных резервов сокращения сроков постройки судов является соблюдение обязательной технологии судостроительного производства в отношении точности изготовления корпусных конструкций судна. В этих условиях эффективность постройки судна зависит от обеспечения точности комплектующих деталей корпусных конструкций судна. Сборка корпусных конструкций без дополнительной подгонки и исправлений должна обеспечиваться изготовлением комплектующих деталей с заданной точностью. Увеличивающиеся темпы судостроительного производства придают вопросам геометрических параметров особое значение, так как от соблюдения их точности зависят прочность, надежность и эксплуатационные свойства корпуса судна. При постройке судна большое значение имеет, какие технологии были применены при изготовлении полотнищ корпуса судна, каким образом были выполнены раскрой, подготовка и разделка кромок листовых заготовок под сварку. Резка и сварка являются одними из основных технологических процессов при постройке судна. Качество процесса резки определяет точность изготовления деталей, качество их сборки и сварки. Качество выполнения технологического процесса сварки во многом определяет надежность корпусных конструкций судов. В свою очередь на снижение надежности корпусных конструкций

существенное влияние оказывает коррозионный износ, особенно если он происходит в зоне сварного шва, что может привести к нарушению герметичности соединения.

Основным опасным последствием возникновения эксплуатационных дефектов в корпусной конструкции судна является снижение прочности. На прочность корпуса судна влияют остаточные сварочные деформации. Швы сварных соединений корпусных конструкций судов являются наиболее уязвимым, приводящие в конечном итоге к повреждениям или разрушению. Звеном, поскольку именно здесь начинаются разнообразные процессы. Коррозионные канавки, располагаясь в зоне максимальных остаточных напряжений, представляют собой дополнительный концентратор и усиливают отрицательное влияние циклического нагружения на усталостную прочность сварных соединений. Очевидно, что канавочная коррозия инициирует образование трещин в оставшемся живом сечении околошовной зоны, снижая уровень надежности сварных соединений и корпусных конструкций судна в целом.

Целью данной выпускной квалификационной работы является произвести разработку требований к проведению метрологической экспертизы технической документации на процесс «Постройка корпуса морского судна» на ООО «ССК «ЗВЕЗДА».

Для достижения данной цели потребовалось разрешение следующих задач:

- проанализировать нормативно–законодательную базу «Постройка корпуса морского судна»;
- проанализировать методы контроля и применяемого контрольно-измерительного оборудования на процесс «Постройка корпуса морского судна»;
- изучить алгоритм технологического процесса «Постройка корпуса морского судна»;

– проанализировать требования к проведению метрологической экспертизы технической документации на процесс «Постройка корпуса морского судна».

1 ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНАЯ БАЗА МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

1.1 Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

Метрологическая экспертиза – анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе, это совокупность взаимосвязанных организационных, методических и технических мероприятий. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном и добровольном порядке [1].

Метрологический контроль – это проверка технической документации на соответствие конкретным метрологическим требованиям, регламентированным в стандартах и других нормативных документах [2].

Федеральный закон от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применению стандартных образцов, средств измерений, методик измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений. Целями Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» являются:

– установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;

– защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

– обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;

– содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу [1].

Объекты метрологической экспертизе подлежат объекты представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Объекты обязательной метрологической экспертизы

Объект обязательной экспертизы	Кто проводит	Заключения рассматриваются
Требований к измерениям	Государственными научными метрологическими институтами	Федеральными органами исполнительной власти
Требования стандартным образцам		
Требования к средствам измерений		
Стандартов	Юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные в соответствии с законодательством российской федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на выполнения обязательной метрологической экспертизы	
Проектной документации		
Технологической документации		
Конструкторской документации		
Другие объекты		

Федеральный орган исполнительной власти осуществляет функцию по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений [1].

Обязательная метрологическая экспертиза стандартов, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов проводится также в порядке и случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации. Указанную экспертизу

проводят аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на выполнение обязательной метрологической экспертизы юридические лица и индивидуальные предприниматели [1].

Таблица 2 – Объекты добровольной метрологической экспертизы

Объект добровольной экспертизы	Орган, проводящий экспертизу
Продукции	Юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на выполнения обязательной метрологической экспертизы
Проектной документации	
Конструкторской документации	
Технологической документации	
Других объектов	

Ключевая цель проведения метрологической экспертизы заключается в достижении максимально возможного соответствия содержания разработанной документации актуальным требованиям законодательства и иных документов, действующих в той области, в которой проводится экспертиза. Так, например, при проведении обязательных видов экспертиз в качестве таких документов могут выступать действующие методики или государственные стандарты относительно анализируемых объектов. В случае проведения добровольной экспертизы в качестве объекта сопоставления выбираются конкретные положения внутренних нормативных актов предприятия.

В соответствии с ФЗ «Об обеспечении единства измерений» под метрологической экспертизой подразумевается анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований к объекту, который подвергается экспертизе.

В 14 статье закона ФЗ «Об обеспечении единства измерений» регламентируется порядок проведения, и виды объектов, в отношении которых проведение метрологической экспертизы является обязательным.

Вместе с тем, статья указывает на возможность проведения метрологической экспертизы на добровольных началах.

Статья посвящена процедуре проведения метрологической экспертизы технической документации объектов подлежащих обязательной и добровольной экспертизе.

Исходя из выше указанной статьи Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» обязательной метрологической экспертизе подлежат стандарты, продукция, проектная и конструкторская документация.

Под метрологической экспертизой технической документации подразумевается анализ и оценка технических решений в области метрологического обеспечения (выбор номенклатуры, оптимальных норм и методов, а также их метрологическое обслуживание).

Основные задачи метрологической экспертизы технической документации показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные задачи метрологической экспертизы технической документации

Анализ способов выполнения задач метрологической экспертизы технической документации представлены в таблице 3.

Список задач и способов их решения можно продолжать и далее, но в данном случае важным является четкое понимание, что задачи метрологической экспертизы технической документации в основном заключаются в выявлении и последующей ликвидации ошибок, некорректного отображения и несоответствий технических требований и показателей действующим общепринятым нормам и стандартам.

Таблица 3 – Анализ способов выполнения задач метрологической экспертизы технической документации

Задача метрологической экспертизы технической документации	Способы выполнения
Анализ четкости и полноты формирования требований предъявляемы к техническим характеристикам.	Указанная задача решается путем установления соответствия формулировки технических требований с целью исключения неоднозначного толкования. Для корректно оформленного требования должна использоваться стандартизованная общепринятая терминология
Оценивание корректности номенклатуры контролируемых параметров.	Номенклатура контролируемых параметров должна соответствовать требованиям действующих нормативных документов и стандартов в области достоверности контроля, безопасности труда, качества управления, а также быть экономически целесообразной и оправданной.
Оценивание качества контроля соответствия технического средства при его испытаниях, непосредственной эксплуатации и в процессе ремонта.	Данная задача решается путем обеспечения беспрепятственного доступа ко всем точкам проведения измерений и использованием стандартизованного прошедшего метрологическую аттестацию оборудования.
Проверка корректности и правильности указанных показателей точности.	Решение задачи заключается в исключении оперирования результатами измерений без указаний пределов их применимости и точности.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели для получения права проведения обязательной метрологической экспертизы

технической документации должны быть аккредитованы, в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на выполнение обязательной метрологической экспертизы.

Таблица 4 – Анализ направлений деятельности государственных органов, проводящих метрологическую экспертизу

Государственный орган, проводящий метрологическую экспертизу	Направления деятельности
Государственные научные метрологические институты	1) проведение фундаментальных и прикладных научных исследований, экспериментальных разработок и
	<p>осуществление научно-технической деятельности в области обеспечения единства измерений;</p> <p>2) разработка, совершенствование, содержание, сличение и применение государственных первичных эталонов единиц величин;</p> <p>3) передача единиц величин от государственных первичных эталонов единиц величин;</p> <p>4) участие в разработке проектов нормативных документов в области обеспечения единства измерений;</p> <p>5) проведение обязательной метрологической экспертизы содержащихся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требований к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений;</p> <p>6) создание и ведение Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений и предоставление содержащихся в нем документов и сведений;</p> <p>7) участие в международном сотрудничестве в области метрологии.</p>
Государственных региональных центров	<p>1) разработка государственной политики и нормативно-правовое регулирование в области обеспечения единства измерений, а также координация деятельности по нормативно-правовому регулированию в данной области;</p> <p>2) организация взаимодействия с органами государственной власти иностранных государств и международными организациями в области обеспечения единства измерений;</p> <p>3) реализация государственной политики в области обеспечения единства измерений;</p> <p>4) координация деятельности по реализации государственной политики в области обеспечения единства измерений;</p> <p>5) осуществление государственного метрологического надзора и координация деятельности по его осуществлению.</p>

Направления деятельности государственных органов, проводящих метрологическую экспертизу установлены в Федеральном законе от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Анализ требований представлен в таблице 5 к органам, проводящим экспертизу.

Государственные научные метрологические институты, региональных центров, проводят метрологическую экспертизу по направлениям деятельности, рассмотренным в таблице 5.

В разделе 1.1 рассмотрены понятия, относящиеся к метрологической экспертизе технической документации, выявлены объекты обязательной и добровольной метрологической экспертизы. Обозначены основные задачи метрологической экспертизы технической документации и проанализированы направления деятельности государственных органов, проводящих метрологическую экспертизу на основе Федерального закона от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

1.2 Требования, регламентирующие проведение метрологической экспертизы.

1.2.1 РМГ 63-2003. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации

Метрологическая экспертиза – это одна из форм государственного регулирования в области обеспечения единства измерений [2].

Метрологическая экспертиза – анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном (обязательная метрологическая экспертиза) или

добровольном порядке. «Добровольная метрологическая экспертиза» технической документации [3].

Метрологическая экспертиза позволяет выявить все недочёты, недоработки и необоснованные решения, которые были допущены при разработке технической документации. Большое количество нарушений требований стандартов и технических условий, изготовление продукции неудовлетворительного качества происходит из-за несоблюдения метрологических правил и норм. При этом значительная доля нарушений метрологических требований приходится на нормативную и другую техническую документацию.

Даже если законодательно обязательная метрологическая экспертиза технической документации не предусмотрена, ее следует проводить в добровольном порядке, это позволит улучшить качество выпускаемой продукции, сэкономит время на исправление ошибок, допущенных при разработке документа. Так же и экономический эффект от проведения метрологической экспертизы нормативной документации формируется в результате предотвращения потерь в производстве из-за наличия в документации метрологических ошибок, нарушений метрологических правил, требований и норм.

Анализ нормативных требований к проведению метрологической экспертизы показывает, что фактическими объектами метрологической экспертизы являются изделия и технологические процессы, а документация – только форма представления объектов, подвергаемых экспертизе. На современном этапе требования к метрологической экспертизе устанавливает документ РМГ 63–2003 «Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации». Общими положениями документа установлено, что метрологическая экспертиза является частью комплекса

работ по метрологическому обеспечению и может являться частью технической экспертизы конструкторской, технологической и проектной документации. С этим можно согласиться, если пренебречь некорректностью формулировки объектов экспертизы [3].

Основная цель метрологической экспертизы – достижение эффективности метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами.

В этом определении упор сделан на эффективность и даже оптимизацию метрологического обеспечения, что не совсем корректно. Хотя результаты метрологической экспертизы могут быть использованы для организации метрологического обеспечения, экспертиза и метрологическое обеспечение – два разных вида работ. Метрологическое обеспечение – значительно более широкое понятие, по необходимости включающее в себя метрологическую экспертизу множества объектов. Конкретные цели метрологической экспертизы определяет эксперт, а не экспертируемый документ. Фактические цели метрологической экспертизы при формальном подходе – анализ контролепригодности параметров исследуемого объекта, а при функциональной метрологической экспертизе дополнительно к этому – оптимизация точностных требований к параметрам исследуемого объекта. РМГ 63 разрешает не проводить экспертизу, если в процессе разработки объекта осуществлялась метрологическая проработка силами привлекаемых специалистов метрологической службы. Определение метрологической проработки в этом документе отсутствует, но из контекста следует, что под ней понимают проведение метрологической экспертизы и устранение ошибок в ходе проектирования объекта. Метрологический контроль является нормоконтроль документов на предмет соответствия их требованиям ГСИ.

В организацию метрологической экспертизы на предприятии РМГ 63 обязывает включать следующие мероприятия:

1. Назначение подразделения, специалисты которого проводят метрологическую экспертизу;
2. Разработку документа, устанавливающего порядок проведения метрологической экспертизы на конкретном предприятии;
3. Планирование метрологической экспертизы;
4. Назначение экспертов;
5. Подготовку и повышение квалификации экспертов;
6. Формирование комплекса документов, справочных материалов, необходимых при проведении метрологической экспертизы.

Задачи метрологической экспертизы определены РМГ 63-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации представлены на рисунке 2.

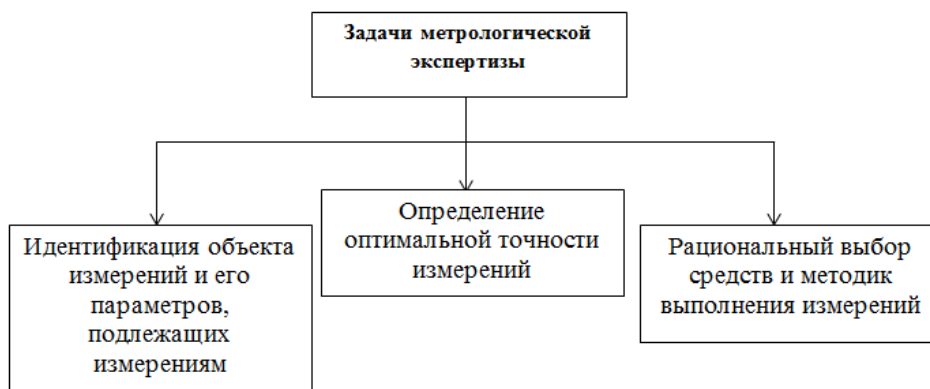


Рисунок 2 – Задачи метрологической экспертизы

С учетом специфики конкретных отраслей, предприятиям следует установить стадии разработки документации, на которых будет проводиться экспертиза: технического задания, технического предложения, эскизного или технического проекта, разработки рабочей документации.

Проводить метрологическую экспертизу на всех стадиях не целесообразно, в каждом случае находится оптимальный вариант. Метрологическую экспертизу могут проводить специалисты

производственно-тематических подразделений и метрологической службы. Первые подвергают экспертизе исходные производственно-тематические решения (объем и номенклатуру измерения параметров, диапазон измерения параметров и измерений, назначение допусков, влияющих условий и т.д.) отражаемых в технической документации. Вторые – методологию измерения параметров и выбор системы измерений.

Нередко проводить экспертизу по этим двум направлениям может один специалист, но это снижает ее эффект, т.к. отсутствует должный анализ из-за односторонней квалификации специалиста. Эксперты и экспертные комиссии могут утверждаться приказами или распоряжениями по предприятию или подразделению на определенный период. При наличии стандартов, регламентирующих требований на продукцию [5].

Метрологическую экспертизу можно заменить метрологическим контролем, результаты которого определяют дальнейшие направления работ по анализу и оценке уровня метрологического обеспечения. На практике предприятия используют различные формы метрологического контроля. Одна из них – метрологический контроль технической документации осуществляемая конструкторами или технологами. Обычно нормам контроля подвергают только чертежи и схемы. Часто его проводят с контролем требований стандартов, унификации и технологичности. На многих предприятиях важная роль отводится согласованию документации с метрологической службой. Согласованию подлежат те документы, в которых прямо или косвенно отражены требования к выполнению измерений.

Основной целью метрологической экспертизы является обеспечение эффективности метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами. Анализ проверяемых данных основных видов технической документации при проведении метрологической экспертизы представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Анализ проверяемых данных основных видов технической документации при проведении метрологической экспертизы

Вид технической документации	Проверяемые данные
Технические задания	Данные технического объекта (изделия), его технические характеристики, показатели качества и технико-экономические требования, предписание по выполнению необходимых стадий создания документации (конструкторской, технологической,) и её состав, а также специальные требования
Проектные документы	Данные в графических, текстовых, аудиовизуальных (мультимедийных) и иных документах, требуемых при разработке проектной и рабочей документации, которые содержат необходимую информацию
Технологические карты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие операции необходимо выполнять. 2. В какой последовательности выполняются операции 3. С какой периодичностью необходимо выполнять операции (при повторении операции более одного раза) 4. Сколько уходит времени на выполнение каждой операции 5. Результат выполнения каждой операции 6. Какие необходимы инструменты и материалы для выполнения операции.
Отчеты о научно-исследовательской работе, пояснительные записки к техническим (эскизным) проектам	Измеряемые величины, методики выполнения измерений (включая процедуры обработки результатов измерений), используемые средства измерений, погрешность измерений.
Протоколы испытаний	Результаты произведенных испытаний
Технические условия, стандарты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проверяют правильность метрологической терминологии в соответствии с РМГ 63-2003, наименований и обозначений физических величин и их единиц - согласно ГОСТ 8.417 - 2002. 2. Проверяют наличие и полноту указаний по проведению метрологической экспертизе документации. 3. Оценивают достаточность требований по МО разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции. 4. Проверяют правильность построения 5. Оценивают оптимальность номенклатуры измеряемых параметров, возможность измерения параметров продукции с требуемой точностью с помощью имеющихся или разрабатываемых средств и методик измерений, методик испытаний.
Эксплуатационные и ремонтные документы	Точность и трудоемкость методик измерений и средств измерений, применяемых при контроле и наладке изделий, систем управления, продукции. Нужно учитывать существенное отличие условий измерений в эксплуатации и при ремонтных операциях от условий, в которых создается продукция.
Технологические инструкции (регламенты)	Данные параметров, подвергаемые измерительному контролю, номинальные значения и границы диапазонов изменений этих параметров (или допускаемые отклонения от номинальных значений), типы, классы точности и пределы измерений применяемых средств измерений.
Программы и методики испытаний	Данные в методиках измерений средств измерений, используемые при измерениях, погрешности измерений.

Документация предъявляется на метрологическую экспертизу комплектно, в подлинниках, прошедших все проверки и согласования, как правило, предшествующие нормоконтролю. Регистрацию документов, представляемых на метрологическую экспертизу, а также результатов метрологическую экспертизу рекомендуется вести в специальном журнале по форме, установленной на предприятии.

Результаты метрологической экспертизы нужно оформить в виде экспертного заключения. Обычно экспертное заключение составляется тогда, когда метрологической экспертизе подвергалась документация от сторонних организаций.

В нормативном документе, определяющем организацию и порядок проведения метрологическую экспертизу на предприятии, необходимо предусмотреть разрешение конфликтных ситуаций, когда имеются разногласия разработчика документации и специалиста, проводившего метрологическую экспертизу.

1.2.2 МУ 64-02-002-2002 Организация и порядок проведения метрологической экспертизы нормативной документации Введ. 2003-04-15

Метрологическая экспертиза нормативной документации – это анализ и оценка технических решений по выбору измеряемых параметров, установлению требований к точности измерений, выбору методов и средств измерений, их метрологическому обслуживанию [4].

Метрологическая экспертиза нормативной документации – часть комплекса работ по метрологическому обеспечению разработки технологической и проектной документации [6].

Метрологическая экспертиза решает два исходных вопроса метрологического обеспечения любого объекта: что измерять и с какой точностью. От правильного, рационального решения этих вопросов зависит

эффективность метрологического обеспечения. Не менее важными являются и выбор средств и методик выполнения измерений.

Контролируемые (измеряемые) параметры определяются исходными нормативными документами на продукцию, технологию, системы управления или другие объекты.

В стандарте (регламенте, технические условия и т.п.) на продукцию устанавливаются характеристики продукции, а в разделе методов контроля указываются контролируемые параметры. Если таких исходных требований нет, то при анализе номенклатуры контролируемых параметров руководствуются положениями МУ 64-02-002-2002 Организация и порядок проведения метрологической экспертизы нормативной документации, представленными на рисунке 3 [14].

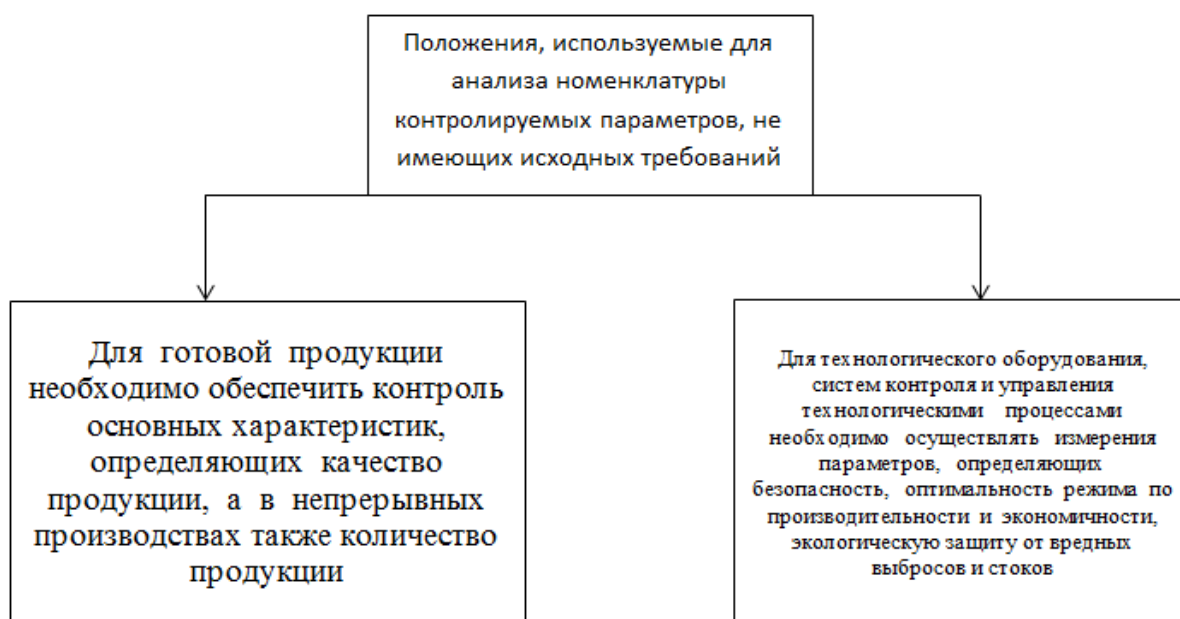


Рисунок 3 – Положения, используемые для анализа номенклатуры контролируемых параметров, не имеющих исходных требований

В технологическом процессе большое значение имеет взаимосвязь параметров. Для параметров, не относящихся к наиболее важным, такая связь может быть использована для сокращения числа измеряемых параметров. Для наиболее важных параметров эта взаимосвязь может использоваться для

повышения точности измерений и надежности измерительных систем. При анализе номенклатуры измерительных параметров обращается внимание на четкость указаний об измеряемой величине, так как неопределенность может привести к большим неучтенным погрешностям измерений.

Если средства измерений используются как индикаторы для регистрации состояния процесса (наличие или отсутствие питания в сети, давления в питающей сети, перетекания среды и т.п.), они могут заменяться соответствующими анализаторами. Измерение таких параметров в этом случае может не производиться.

Если в нормативном документе не заданы требования к точности измерений, то при экспертизе можно руководствоваться следующими положениями:

Погрешность измерений является источником неблагоприятных последствий для производства и контроля качества продукции. Повышение точности измерений снижает размеры неблагоприятных последствий. Однако уменьшение погрешности измерений связано с существенными дополнительными затратами: на проведение измерений, использование других средств измерений. В первом приближении потери пропорциональны квадрату погрешности измерений, а затраты на измерения обратно пропорциональны погрешности измерений. Оптимальной в экономическом смысле является погрешность измерений, при которой сумма потерь от погрешности и затрат на измерения будет минимально [26].

В разделе 1.2, рассмотрены понятия метрологическая экспертиза, основные положения, задачи. Все этапы установленные в РМГ 63-2003. «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации»

1.3 Формирование комплекса нормативных и методических документов, справочных материалов, необходимых при проведении метрологической экспертизы

При метрологической экспертизе выявляются ошибочные или недостаточно обоснованные решения, вырабатываются рекомендуемые, наиболее рациональные решения по конкретным вопросам метрологического обеспечения. Не следует считать метрологическую экспертизу только контрольной операцией. В современных условиях метрологическая экспертиза решает технико-экономические задачи. Часто реализация тех или иных компонентов метрологического обеспечения может быть осуществлена несколькими вариантами. Рациональный выбор из них, а также ряд других оценок может потребовать научного подхода и выполнения небольшой исследовательской работы. Метрологическая экспертиза – часть комплекса работ по метрологическому обеспечению и может быть частью технической экспертизы нормативной, конструкторской, технологической и проектной документации.

Необходимость в метрологической экспертизе может отпасть, если в процессе разработки технической документации осуществлялась её метрологическая проработка силами привлекаемых специалистов метрологической службы. Общая цель метрологической экспертизы – обеспечение эффективного метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами. Конкретные цели метрологической экспертизы определяются назначением и содержанием технической документации. Метрологическая экспертиза может включать метрологический контроль технической документации. Метрологический контроль – это проверка технической документации на соответствие

конкретным метрологическим требованиям, регламентированным в стандартах и других нормативных документах [29].

Метрологический контроль может осуществляться в процессе нормоконтроля технической документации силами специализированных или специально подготовленных в области метрологии нормоконтролеров. Наиболее простой формой фиксации результатов метрологической экспертизы могут быть замечания эксперта в виде пометок на полях документа. После учета разработчиком таких замечаний эксперт визирует оригиналы или подлинники документов. Анализ перечня нормативных документов, используемых при проведении метрологической экспертизы технологического процесса, приведен в таблице 6. [19]

Таблица 6 – Анализ перечня нормативных документов, используемых при проведении метрологической экспертизы технической документации процесса

Наименование нормативного документа	Область применения
От 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями)	Регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применению стандартных образцов, средств измерений, методик (методов) измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений.
РМГ 63-2003 Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации	Определяют цели, задачи, порядок организации метрологической экспертизы технической документации, основные виды технических документов, подвергаемых метрологической экспертизе, порядок оформления и реализации результатов метрологической экспертизы технической документации.
РМГ 51-2002 ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения	Распространяются на документы на методики поверки средств измерений и устанавливают их классификацию, порядок разработки, принятия регистрации и издания, а также основные требования к их построению, оформлению и содержанию.

Продолжение таблицы 6

<p>РМГ 62-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации</p>	<p>Содержат методику оценивания погрешности измерений и погрешности измерительных каналов информационно-измерительных систем и автоматизированных систем управления технологическими процессами расчетным и расчетно-экспериментальными способами в условиях ограниченной исходной информации в тех случаях, когда прямое экспериментальное оценивание погрешности практически невозможно или экономически неоправданно.</p>
<p>РМГ 64-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений</p>	<p>Содержат основные положения, относящиеся к выбору методов и способов повышения точности измерений, выполняемых в производстве. Рассмотрены общие методические приемы, используемые для повышения точности измерений. Определяет систему процедур технико-экономического обоснования мероприятий, направленных на повышение точности измерений</p>
<p>ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Единицы величин</p>	<p>Устанавливает единицы физических величин, применяемые в стране: наименования, обозначения, определения и правила применения этих единиц.</p>
<p>ГОСТ 8.010-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики выполнения измерений. Основные положения</p>	<p>Распространяется на методики выполнения измерений, включая методики количественного химического анализа и количественные методики микробиологического анализа, и устанавливают общие положения и требования, относящиеся к разработке, стандартизации, методик выполнения измерений и метрологическому надзору (контролю) за ними.</p>
<p>ГОСТ ИЕС 61557-2-2013 Сети электрические распределительные низковольтные напряжением до 1000 В переменного тока и 1500 В постоянного тока. Электробезопасность. Аппаратура для испытаний, измерений или контроля средств защиты. Часть 2. Сопротивление изоляции</p>	<p>Устанавливает требования к аппаратуре, предназначенной для измерения сопротивления изоляции установок и аппаратуры в обесточенном состоянии</p>
<p>ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации</p>	<p>Устанавливает единые требования по стойкости к механическим внешним воздействующим факторам для технических изделий. Требования представлены в виде групп механического исполнения, для каждой из которых установлены конкретное описание условий применения, а также виды и значения механических ВВФ. Для большинства групп механического исполнения установлены рабочие и предельные рабочие значения механических ВВФ.</p>

Продолжение таблицы 6

ГОСТ 9.301-86 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования	Распространяется на металлические и неметаллические неорганические покрытия, получаемые электрохимическим, химическим и горячим (олово и его сплавы) способами, и устанавливает общие требования к поверхности основного металла и покрытиям в процессе их производства и контролю качества основного металла и покрытий.
ГОСТ 9.032-74 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения	Распространяется на лакокрасочные покрытия поверхностей изделий и устанавливает группы, технические требования и обозначения покрытий.
ГОСТ 9825-73 Материалы лакокрасочные. Термины, определения и обозначения	Распространяется на основные лакокрасочные материалы и устанавливает порядок их обозначения по важнейшим признакам: вид материала; химический состав материала (род пленкообразующего вещества); преимущественное назначение (применительно к условиям эксплуатации лакокрасочных покрытий).
ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	Распространяется на все виды машин, приборов и других технических изделий (далее - изделия) и устанавливает макроклиматическое районирование земного шара, исполнения, категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования изделий в части воздействия климатических факторов внешней среды.
ГОСТ 2933-83 Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний	Распространяется на следующие аппараты на переменное напряжение до 1000 В и постоянное напряжение до 1200 В: автоматические и неавтоматические выключатели, разъединители, контакторы, магнитные пускатели, реле, контроллеры, предохранители, резисторы, реостаты и другие аппараты и устанавливает методы испытания электрических параметров, нагрева, износостойкости, размеров, усилий, массы, монтажа, взаимозаменяемости, а также визуального контроля аппаратов.
ГОСТ 11206-77 Контактторы электромагнитные низковольтные. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2)	Распространяется на электромагнитные контакторы открытого исполнения с естественным воздушным охлаждением общего назначения, а также на встраиваемые в комплектные устройства напряжения до 1000 В переменного тока частотой 50 и 60 Гц и 1200 В постоянного тока, предназначенные для включения и отключения приемников электрической энергии.
ГОСТ 1062-80 Размерения надводных кораблей и судов главные. Термины, определения и буквенные обозначения	Устанавливает, применяемые в науке, технике и производстве основные термины, определения и буквенные обозначения главных размерений надводных кораблей и судов

Продолжение таблицы 6

ГОСТ 13641-80 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения	Устанавливает общие требования безопасности, включая основы документации морского судопроизводства регулирования.
ГОСТ 19439.3-74 Судовые эксплуатационные документы. Типовая номенклатура документов для морских судов и судов внутреннего плавания	Устанавливает типовую номенклатуру и объем эксплуатационных документов, подлежащих поставке на проектируемые, модернизируемые, переоборудованные морские суда, внутреннего плавания и организации заказчика
ГОСТ Р 52695-2006 Судостроение. Иллюминаторы круглые. Расположение	Устанавливает допустимое расположение круглых иллюминаторов, которые устанавливают на пассажирских и грузовых судах, предназначенных для эксплуатации на международных линиях.
ГОСТ 13641-01 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения	Устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения понятий конструктивных элементов металлического корпуса надводных кораблей и судов.
ГОСТ Р ИСО 4089-2005 Судостроение. Внутреннее судоходство. Уплотнения для закрытий грузовых люков	Устанавливает тип, основные размеры и технические требования на резиновое уплотнение для закрытий грузовых люков судов и плавсредств внутреннего плавания различного назначения.
ГОСТ 26501-02 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите	Устанавливает требования к электрохимической защите от коррозии стальных корпусов морских судов, а также других соприкасающихся с морской водой корпусных конструкций (внутренних поверхностей балластных отсеков, кингстонных и ледовых ящиков, рулевых устройств и др.) и гребных винтов в различных условиях эксплуатации.
ГОСТ 30242-05 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения.	Устанавливает классификацию, определения и условные обозначения дефектов швов, зон термического влияния и основного металла при сварке металлов плавлением.
ГОСТ Р 52695-2006 Судостроение. Иллюминаторы круглые. Расположение	Устанавливает допустимое расположение круглых иллюминаторов, которые устанавливают на пассажирских и грузовых судах, предназначенных для эксплуатации на международных линиях.
ГОСТ 13641-01 Элементы метал- лического корпуса надводных кораблей и судов конструктив- ные. Термины и определения	Устанавливает применяемые в науке, технике и производстве основные термины и определения понятий конструктивных элементов металлического корпуса надводных кораблей и судов.
ГОСТ 26501-02 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите	Устанавливает требования к электрохимической защите от коррозии стальных корпусов морских судов, а также других соприкасающихся с морской водой корпусных конструкций (внутренних поверхностей балластных отсеков, кингстонных и ледовых ящиков, рулевых устройств и др.) и гребных винтов в различных условиях эксплуатации.

Продолжение таблицы 6

ГОСТ 26389-03 Соединения сварные. Методы испытаний на сопротивляемость образованию горячих трещин при сварке плавлением	Устанавливает методы испытаний на сопротивляемость образованию горячих трещин металла шва и зоны сплавления сварных соединений конструкционных сплавов толщиной 1,5 мм и более при всех способах сварки плавлением и имитации сварочного термического цикла.
ГОСТ 23338-91 Сварка металлов. Методы определения содержания диффузионного водорода в наплавленном металле и металле шва	Устанавливает хроматографический и вакуумный методы определения содержания диффузионного водорода в наплавленном металле и металле шва и распространяется на покрытые электроды, порошковую проволоку, стальную сварочную проволоку, предназначенные для сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей.
ГОСТ 5191-79 Резаки инжекторные для ручной кислородной резки. Типы, основные параметры и общие технические требования.	Распространяется на инжекторные резаки типов Р1, Р2, Р3 и наконечники для резки типов РВ1, РВ2 к сварочным горелкам (далее - резаки) для ручной кислородной разделительной резки нелегированных и низколегированных низкоуглеродистых сталей, изготавливаемые для нужд народного хозяйства и для экспорта.
ГОСТ 12.2.054-81 Система стандартов безопасности труда. Установки ацетиленовые. Требования безопасности	Распространяется на резаки для флюсовой резки, резки горячей стали, резки литья, резки стали с загрязненной поверхностью, резки в труднодоступных местах, для резки на повышенных давлениях и расходах кислорода.
ГОСТ 9356-75 Рукава резиновые для газовой сварки и резки металлов. Технические условия.	Распространяется на резиновые рукава с нитяным каркасом, применяемые для подачи под давлением ацетилена, городского газа, пропана, бутана, жидкого топлива и кислорода к приборам для газовой сварки и резки металлов.
ГОСТ 13861-89 Редукторы для газопламенной обработки. Общие технические условия.	Распространяется на газовые редукторы, используемые для понижения давления рабочих газов, поступающих в редуктор из баллона, рампы или газопровода распределительного коллектора, и автоматического поддержания постоянным заданного рабочего давления этих газов при питании постов и установок газовой сварки, резки, пайки, наплавки, нагрева и других процессов газопламенной обработки и изготавливаемые для нужд народного хозяйства и экспорта.
ГОСТ Р 52695-2006 Судостроение. Иллюминаторы круглые. Расположение	Устанавливает допустимое расположение круглых иллюминаторов, которые устанавливают на пассажирских и грузовых судах, предназначенных для эксплуатации на международных линиях.
ГОСТ 13641-01 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения	Устанавливает применяемые в науке, технике и производстве основные термины и определения понятий конструктивных элементов металлического корпуса надводных кораблей и судов.
ГОСТ Р ИСО 4089-2005 Судостроение. Внутреннее судоходство. Уплотнения для закрытий грузовых люков	Устанавливает тип, основные размеры и технические требования на резиновое уплотнение для закрытий грузовых люков судов и плавсредств внутреннего плавания различного назначения.

Окончание таблицы 6

ГОСТ 26501-02 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите	Устанавливает требования к электрохимической защите от коррозии стальных корпусов морских судов, а также других соприкасающихся с морской водой корпусных конструкций (внутренних поверхностей балластных отсеков, кингстонных и ледовых ящиков, рулевых устройств и др.) и гребных винтов в различных условиях эксплуатации.
ГОСТ 30242-05 Дефекты соединений при сварке металлов плавлением. Классификация, обозначение и определения.	Устанавливает классификацию, определения и условные обозначения дефектов швов, зон термического влияния и основного металла при сварке металлов плавлением.
ГОСТ 19439.3-74 Судовые эксплуатационные документы. Типовая номенклатура документов для морских судов и судов внутреннего плавания	Устанавливает типовую номенклатуру и объем эксплуатационных документов, подлежащих поставке на проектируемые, модернизируемые, переоборудованные морские суда, внутреннего плавания и организации заказчика
ГОСТ Р 52695-2006 Судостроение. Иллюминаторы круглые. Расположение	Устанавливает допустимое расположение круглых иллюминаторов, которые устанавливают на пассажирских и грузовых судах, предназначенных для эксплуатации на международных линиях.
ГОСТ 13641-01 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения	Устанавливает применяемые в науке, технике и производстве термины и определения понятий конструктивных элементов металлического корпуса надводных кораблей и судов.
ГОСТ Р ИСО 4089-2005 Судостроение. Внутреннее судоходство. Уплотнения для закрытий грузовых люков	Устанавливает тип, основные размеры и технические требования на резиновое уплотнение для закрытий грузовых люков судов и плавсредств внутреннего плавания различного назначения.
ГОСТ 26501-02 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите	Устанавливает требования к электрохимической защите от коррозии стальных корпусов морских судов, а также других соприкасающихся с морской водой корпусных конструкций и гребных винтов в различных условиях эксплуатации.
ГОСТ 19439.3-74 Судовые эксплуатационные документы. Типовая номенклатура документов для морских судов и судов внутреннего плавания	Устанавливает типовую номенклатуру и объем эксплуатационных документов, подлежащих поставке на проектируемые, модернизируемые, переоборудованные морские суда, внутреннего плавания и организации заказчика
ГОСТ Р 52695-2006 Судостроение. Иллюминаторы круглые. Расположение	Устанавливает допустимое расположение круглых иллюминаторов, которые устанавливают на пассажирских и грузовых судах, предназначенных для эксплуатации на международных линиях.
ГОСТ 26501-02 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите	Устанавливает требования к электрохимической защите от коррозии стальных корпусов морских судов, а также других соприкасающихся с морской водой корпусных конструкций (внутренних поверхностей балластных отсеков, кингстонных и ледовых ящиков, рулевых устройств и др.) и гребных винтов в различных условиях эксплуатации.

Анализ перечня нормативных документов, используемых при проведении метрологической экспертизы технологического процесса показывает, что при проведении метрологической экспертизы технической документации технологического процесса «Постройки корпуса судна» необходимо использовать 45 нормативных акта, которые устанавливают требования к документам, конструкции судна

В разделе 1.3 рассмотрены основные нормативные акты, устанавливающие требования к порядку организации метрологической экспертизы технической документации, основные виды технических документов, подвергаемых требованиям различного вида, таких как, общие требования безопасности, включая основы документации морского судопроизводства и требования по стойкости к механическим внешним воздействующим факторам для технических изделий, общие требования безопасности, включая основы документации морского судопроизводства регулирования.

1.4 Методы и способы осуществления метрологической экспертизы технической документации

Метрология является наукой об измерениях, обеспечении их единства и точности посредством определенных методов и средств. Этой цели служит проведение метрологической экспертизы. Метрологическая экспертиза технической документации представляет собой комплексный анализ и оценку технических решений относительно метрологического обеспечения (технические решения по выбору измеряемых параметров, установление требований к точности измерений, выбор методов и средств измерений, их метрологическое обслуживание). Она ставит своей целью обеспечить эффективность, выполнение конкретных и общих требований к наиболее рациональным средствам метрологического обеспечения [5].

Процедура экспертизы включает и проверку документации. В данном случае имеется в виду соответствие существующим нормативам и требованиям для такого рода документов. Проводимая на предприятии метрологическая экспертиза может включать:

Разработку нормативного документа, ориентированного для нужд конкретной организации, и формирование пакета методик и существующих нормативных актов для проведения экспертизы.

Составление плана процедуры исследования:

1. Определение подразделения, сотрудники которого будут работать в данном направлении.
2. Аккредитация экспертов, их подготовка и мероприятия по повышению квалификации.
3. Точные цели экспертной оценки определяет содержание и назначение исследуемых документов.

Требования к составлению нормативного документа о порядке организации проверки на конкретном предприятии следующие:

- составление перечня продукции (объектов), для которых должна быть организована экспертиза технической документации;
- порядок проведения мероприятия, а также внеплановой экспертизы;
- определить точно виды документов, этапы разработки, на которых необходимо проводить экспертизу, порядок предоставления бумаг на проверку;
- назначить ответственных экспертов или отделы, которые будут заниматься проведением экспертизы, их права и обязанности;
- определить порядок разногласий, которые могут возникнуть в процессе работы;
- оформить требования к составлению результатов экспертизы [18].

Самая простая форма оформления результатов проверки - пометки специалиста на полях документа. После того как разработчики учтут все полученные замечания, эксперт визирует подлинники документов. Другой

вариант – экспертное заключение. Его составляют, как правило, если необходимо оформить результаты экспертиз, поступившие из других организаций; большие объемы документов; присутствует проведение анализа и оценка специально созданной комиссии; по результатам исследования требуется внести изменения в действующие документы или разработать мероприятия, повышающие результативность метрологического обеспечения.

После того, как заключение составлено, его должен утвердить главный метролог предприятия. В случае возникновения конфликтов или разногласий – главный инженер либо технический руководитель предприятия. Иногда итоги метрологической экспертизы излагаются в форме предложений и замечаний, которые визирует эксперт и главный метролог организации.

Наиболее значимый факт, говорящий о роли метрологической экспертизы, – это требования, предъявляемые к специалистам, уполномоченным давать оценки подобного рода. В первую очередь, право осуществлять подобного рода деятельность имеют только лица, прошедшие специальное обучение в Академии стандартизации, метрологии и сертификации. Важной особенностью технической экспертизы на всех ступенях жизненного цикла продукции можно назвать ее ведущую роль по обеспечению качества.

В техническом задании, как правило, устанавливаются основные технические характеристики продукции, показатели ее качества, нормы и требования и пр. Последовательность экспертизы технического задания выглядит так [9]:

- проверяется правильность составления техзадания, т.е. присутствие всех регламентированных приложений и разделов;
- оценивается приемлемость номенклатуры всех параметров, правильность их занесения в документы, возможность измерения нормативов по имеющимся методикам и разработанным средствам;

– проверяется достаточность метрологических элементов контроля в области производства, испытаний и эксплуатации продукции. здесь должны быть указаны нормативные измерительные системы, испытательное оборудование, прошедшее аттестацию, и измерительные методики должны соответствовать стандартам, принятым на государственном уровне, точно так же, как и результаты измерений, выражаются по существующим стандартам;

– обязательно наличие полного комплекса указаний относительно проведения метрологической экспертизы (составляющие пакета документов, стадии разработки, организации, осуществляющие проведение экспертных исследований и требования о предоставлении заказчику конечного результата проверки, оформленного по всем правилам);

– проверка правильности терминологии в соответствии с существующими нормативами, наименованиями физических величин, их обозначений;

– особое внимание при этом уделяется основным элементам контроля, их условиям, средствам и методам проведения измерений.

Таким образом, находят, исправляют метрологические недочеты, не допуская возможности составления технической документации с нарушениями принятых нормативов в области метрологии и сертификации. Вовремя проведенная экспертная оценка предохраняет от появления бракованной продукции и снижает вероятность аварий в процессе ее эксплуатации.

Как свидетельствует статистика, более 60 % случаев нарушения технических требований и изготовления некачественной продукции происходит из-за того, что не соблюдаются метрологические стандарты. При этом нарушения закладываются еще на этапе разработок технологических документов по выпуску продукции. Опираясь на обобщенные данные, необходимо заметить, что каждый рубль, потраченный на проведение метрологической экспертизы, позволяет сэкономить.

Сознавая важную роль качественно проведения исследований, наша компания предлагает услуги экспертов по любым типам оценочных работ. Команда высокопрофессиональных специалистов сформировалась одиннадцать лет назад. И сегодня мы способны предоставить самый широкий спектр услуг в данной сфере. Основные составляющие успеха — опытные специалисты с ученой степенью, это солидная техническая база, большой опыт работы, выполнение договорных обязательств в четко оговоренные сроки, правильное оформление пакета документов, сопровождение эксперта в каждом конкретном случае.

На качество экспертной оценки влияет много факторов, но главным из них является точное следование требованиям нормативной базы. Процесс проведения исследования должен обязательно опираться на [20]:

- рекомендации по межгосударственной стандартизации;
- государственные стандарты;
- отраслевые нормы и эталоны, принятые на конкретном предприятии.

Стандарт на предприятии по метрологической экспертизе необходим по ряду причин: правила организации и проведения экспертизы с учетом специфики и особенностей производства в данной организации; определение аспектов сотрудничества специалистов-метрологов и составителей технической документации. Стандарт должен пройти все этапы согласования у представителей заказчика с начальниками отделов разработки и быть утвержден руководителем компании. Его неукоснительное соблюдение обязательно.

В разделе 1.4 рассмотрена процедура экспертизы технической документации. Так же представлены требования к нормативным документам о порядке организации проверки.

2 МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

2.1 Анализ видов деятельности предприятия

Наименование предприятия: ООО «ССК «Звезда»

Адрес и местоположение: 692809, Россия, Приморский край, г. Большой Камень, ул. Лебедева, 1;

Телефон: 8(4233) 55-11-40, 8(4233) 5-11-42; Факс: 8(4233) 4-05-85;

E-mail: zvezda@mail.fes-zvezda.ru.

Генеральный директор: Целуйко Сергей Иванович

Большой Камень известен на всю Россию и за ее пределами. Здесь расположен завод «Звезда», одно из крупнейших предприятий Дальнего Востока. Город строился вокруг завода и для завода. А начиналось все в далекие послевоенные годы.

В настоящее время ООО «ССК «Звезда» является ведущее предприятием по ремонту подводных лодок Тихоокеанского флота и единственным на Дальнем Востоке специализирующимся на ремонте, переоборудованию и модернизации кораблей атомных подводных ракетноносцев. ООО «ССК «Звезда» – сложный, хорошо оснащенный комплекс, обладающий высоким техническим и производственным потенциалом, который позволяет качественно и своевременно выполнять работы по всем основным направлениям деятельности предприятия.

Анализ направлений деятельности и виды осуществляемых работ ООО «ССК «Звезда» представлен в таблице 8.

ООО «ССК «Звезда» - сложный, хорошо оснащенный комплекс, обладающий высоким техническим и производственным потенциалом,

который позволяет качественно и своевременно выполнять работы по всем основным направлениям деятельности предприятия.

Таблица 8 – Анализ направлений деятельности и виды осуществляемых работ ООО «ССК «Звезда»

Наименование направлений деятельности	Виды работ
Судостроение	Строение кораблей и судов длиной до 160 м. различной сложности и плавучих конструкций.

ООО «ССК «Звезда» имеет развитые корпусное, сварочное, малярно-изоляционное, машиностроительное, литейное, кузнечное, трубообрабатывающее, гальваническое производства. В состав судостроительного комплекса входят цеха основного производства: доково-корпусный, корпусодостроечный, цех агрегатного ремонта судового оборудования, механический, монтажно-сдаточный, цех покрытий и деревообработки, трубомедницкий и цех обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом, а также центральная заводская лаборатория, энерголаборатория и лаборатория сварки, аттестованные, аккредитованные и лицензированные органами Госстандарта России, Госгортехнадзора РФ, Российского Морского Регистра Судоходства и Госатомнадзора России.

Департаменты внутри организации верфи сформированы по функциональным направлениям. Каждый департамент отвечает за выполнение своего круга обязанностей для обеспечения бесперебойной деятельности на верфи в целом. Организация должна строиться таким образом, чтобы обязанности соотносились с процессами, а не с физическими местами. Например, на верфи может быть два отдельных места для изготовления корпуса. Обе площадки по изготовлению корпуса выполняют те же работы, у них те же процессы, поэтому площадка по изготовлению корпуса должна быть выделена в организации верфи в отдельное подразделение вместо двух отдельных подразделений. Следует отметить, что в организации верфи не

стоит совсем забывать о физическом разделении одного процесса на несколько площадок, поскольку на практике физическое разделение может привести к определённым ограничениям. В примере выше может быть разумным назначить двух разных прорабов, поскольку одному прорабу нецелесообразно постоянно перемещаться между двумя площадками.

Матричная организация верфи имеет иерархическую структуру, при которой очевидны полномочия и уровни ответственности. Цель в том, чтобы в организации обязанности спускались сверху вниз как можно ниже. Передача полномочий сотрудникам (в производство) позволяет им принимать определённые решения и решать проблемы самостоятельно в повседневной работе; благодаря этому сотрудники не назначают встреч с руководителями по поводу относительно небольших вопросов, решение которых без необходимости передаётся на более высокие уровни. Организация верфи делится сверху вниз на несколько групп и подгрупп меньшего размера. Размер каждой группы непосредственно соотносится с количеством уровней иерархии, используемых в организационной структуре.

При построении организационной структуры верфи главным остаётся основная задача – оптимальное производство судов. Верфям, занятым на строительстве новых судов, необходимо создать организацию, сосредоточенную на строительстве судов согласованного качества с оптимальными сроками выполнения заказов и приемлемым уровнем затрат. Данная операционная часть организации верфи образует ядро верфи. Она опирается на департаменты и отделы, позволяющие всем, работающим на строительстве судов, выполнять свою работу оптимальным образом.

Для создания эффективной организации ожидается от своих верфей организации оперативных процессов их организации в виде пирамиды, состоящей из Производственного департамента, Технического департамента и Департамента управления проектами, из которых последний обеспечивает выполнение в срок всех подготовительных мероприятий для того, чтобы в организованном порядке начать производство. Такие департаменты, как

Департамент проектирования, Финансовый департамент и Департамент по работе с персоналом поддерживают эту операционную пирамиду.

Уровни управления в организации верфи представлены на рисунке 4.

Результат такого понимания структуры – базовая организационная модель с департаментами, как представлена на рисунок 5.

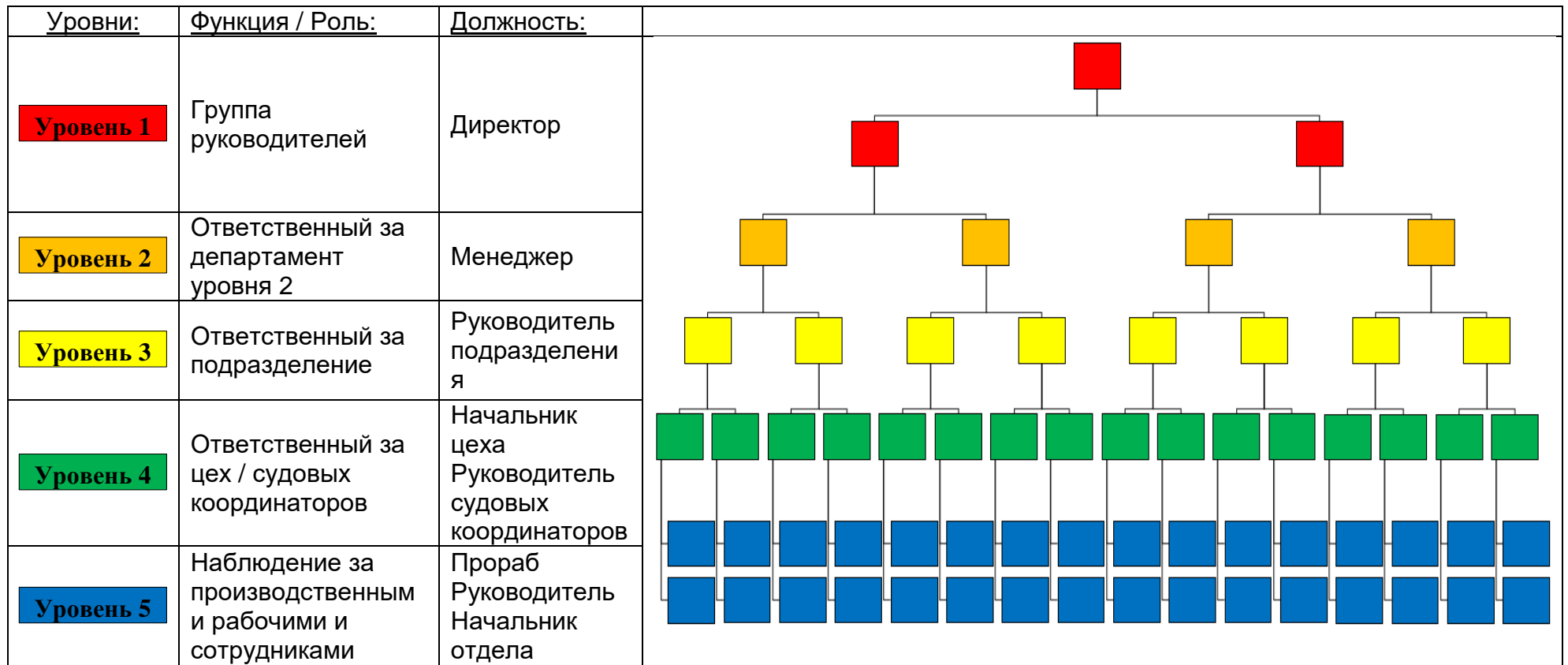


Рисунок 4 – Уровни управления в организации верфи



Рисунок 5 – Базовая организационная структура

Каждый из операционных департаментов и департаментов, оказывающих поддержку, в группе руководителей, изображённой выше, состоит из более низких уровней управления: департаментов, подразделений, цехов

В разделе 2.1 рассмотрены направления деятельности, виды выполняемых работ и структурные подразделения основного производства, представлена структура ООО «ССК «Звезда».

2.2 Анализ основного технологического процесса ООО «ССК «Звезда»

ООО «ССК «Звезда» в процессе осуществления своей деятельности выполняют различные процессы, одним из основных процессов для ООО «ССК «Звезда» является технологический процесс «Постройки корпуса судна».

Технологический процесс состоит из целого ряда производственных операций, которые выполняются в строго определенной последовательности.

Операции следуют в технологическом процессе в строго установленном порядке.

На разработан производственный процесс постройки корпуса судна и оформлен в виде специального проектного документа «Принципиальный технологический процесс постройки судна» выпускают в виде пояснительной записки, содержащей описание принятого метода выполнения

основных работ по постройке: изготовлению деталей, сборке и сварке узлов, плоскостных и объемных секций, блок-секций, блоков, подготовке проверочных устройств стапеля, стапельной сборке корпуса и надстроек, изготовлению деревянных конструкций, изготовлению и монтажу трубопроводов и систем, монтажу главных, вспомогательных и палубных механизмов, устройств и электрорадиооборудования, установке различных приборов на судне.

Технологический процесс на «Постройку корпуса морского судна» состоит из четырех основных этапов, выполнение из которых регламентировано внутренними документами предприятия, представлены в таблице 9. На каждом этапе производится метрологическая экспертиза технической документации.

Типовые технологические процессы сборки и сварки секций, содержащие общий принципиальный технологический процесс сборки. Они определяют порядок и последовательность сборки и сварки, способ крепления деталей, необходимую сборочную оснастку, величину зазоров между стыкуемыми кромками деталей под сварку, допуски на величину смещения кромок стыкуемых деталей, места и размеры зачистки кромок сварных швов, режимы сварки, порядок заполнения разделки сварного соединения, марки сварных материалов, способы и объем контроля сборки и сварки.

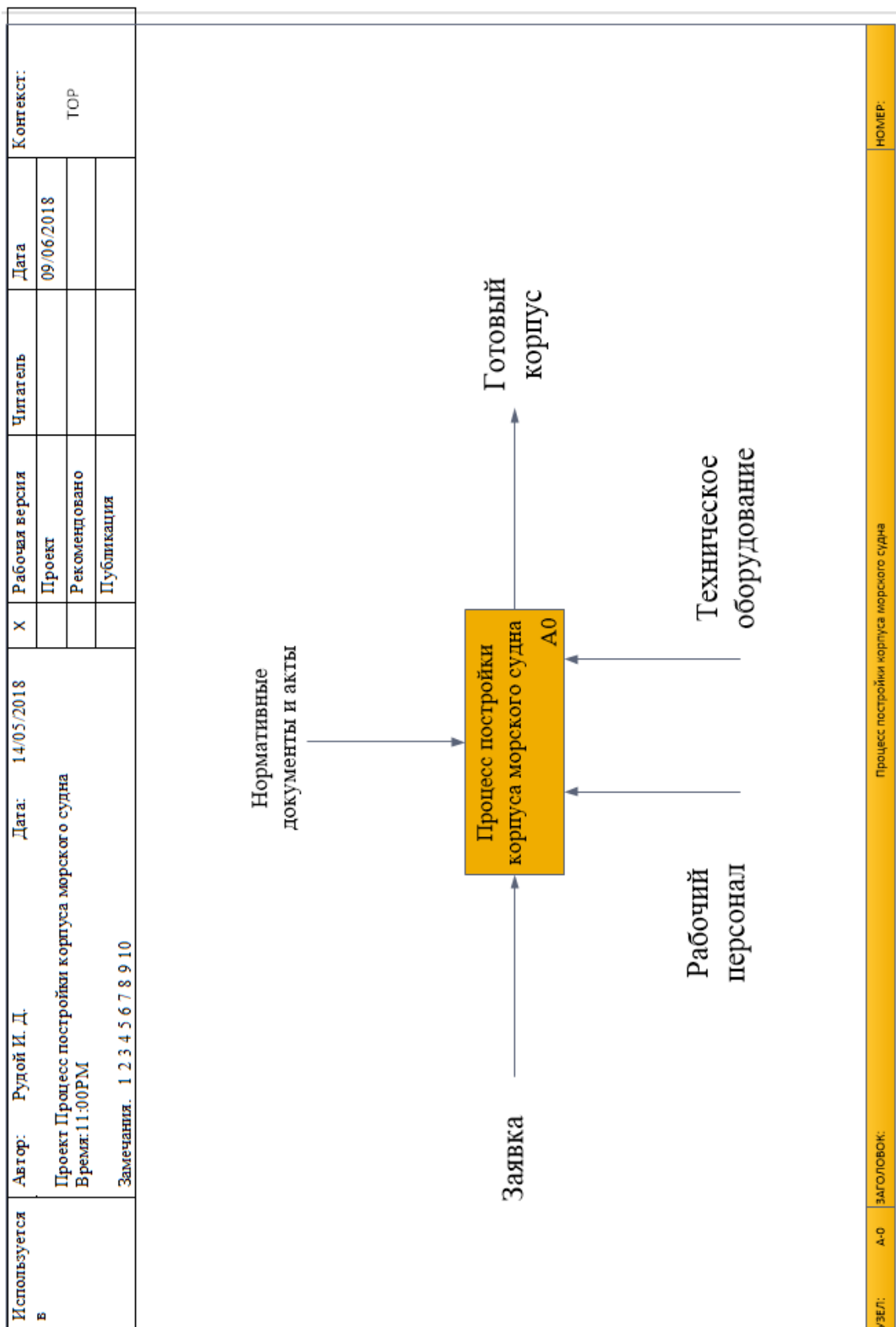
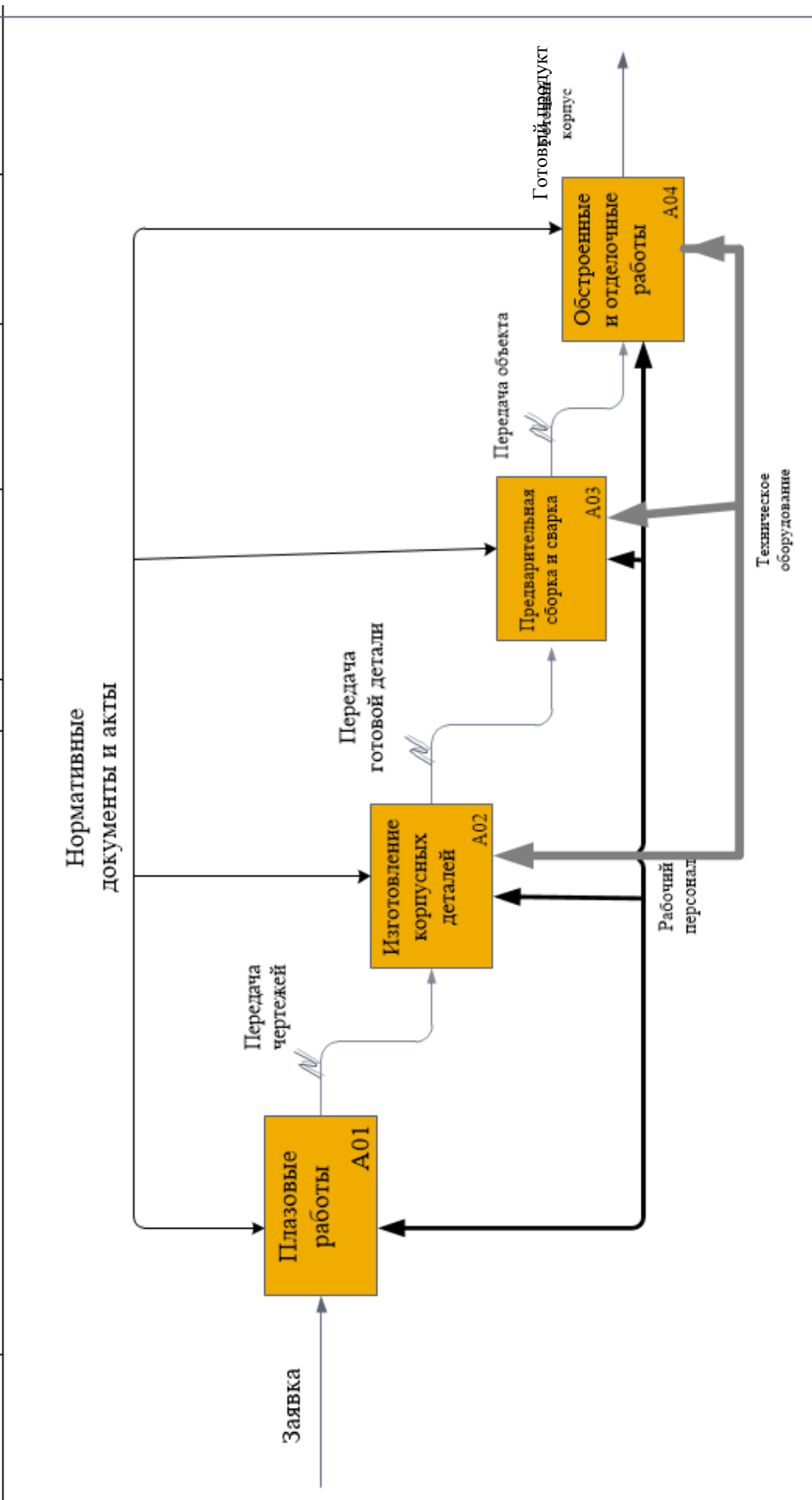


Рисунок 5 – Порядок выполнения процесса «Постройка корпуса морского судна»

Используется в	Автор: Рудой И. Д.	Дата: 14/05/2016	Х	Рабочая версия	Читатель	Дата	Контекст.
	Проект. Процесс постройки корпуса морского судна Время: 11:00PM Замечания. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			Проект	Репина И.Б.	09/06/2018	ТОР
				Рекомендовано			
				Публикация			



УЗЕЛ:	А0	ЗАГОЛОВОК:	Процесс постройки корпуса морского судна	НОМЕР:
-------	----	------------	--	--------

Рисунок 5 – Порядок выполнения процесса «Постройка корпуса морского судна» (продолжение)

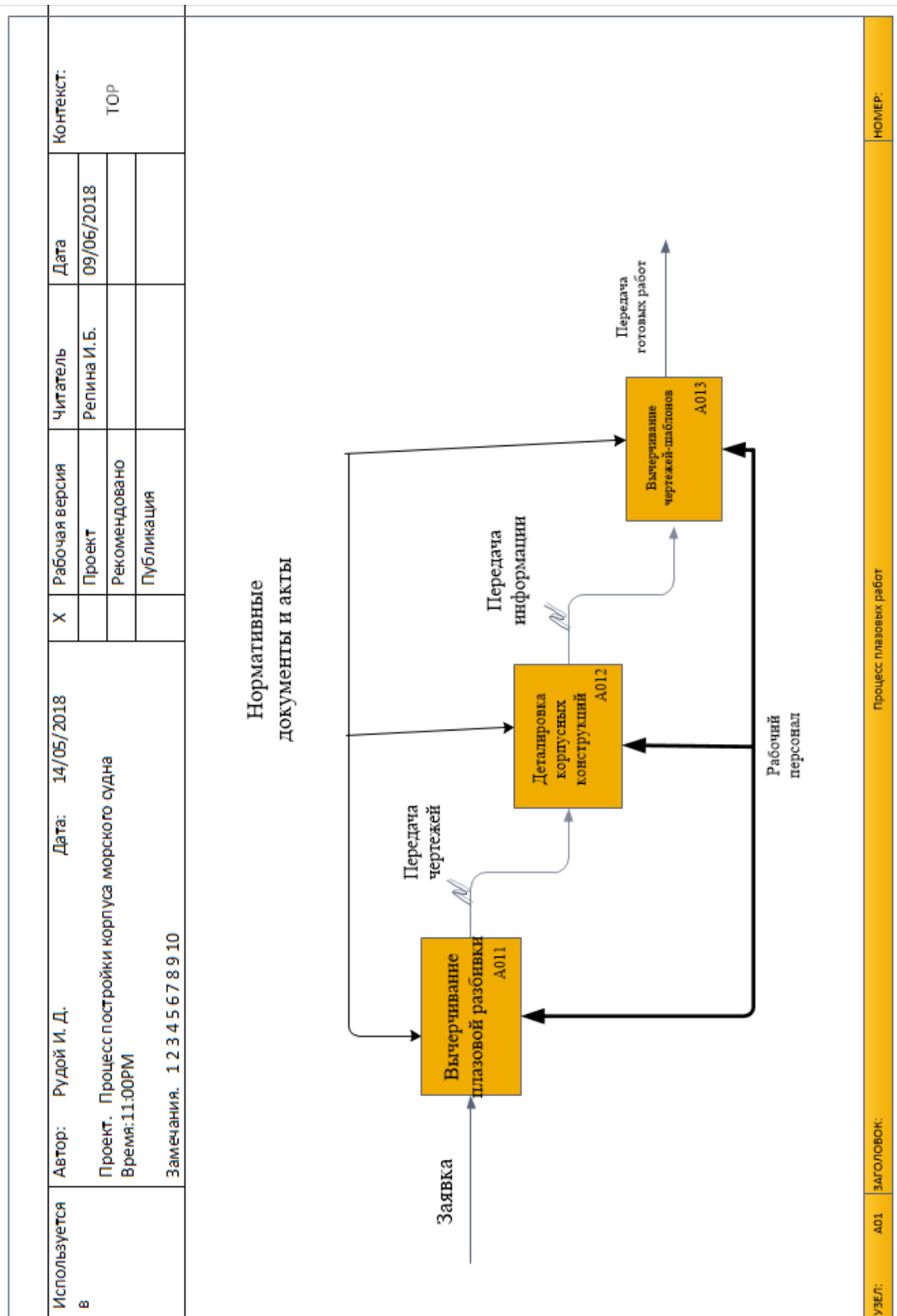


Рисунок 5 – Порядок выполнения процесса «Постройка корпуса морского судна» (продолжение)

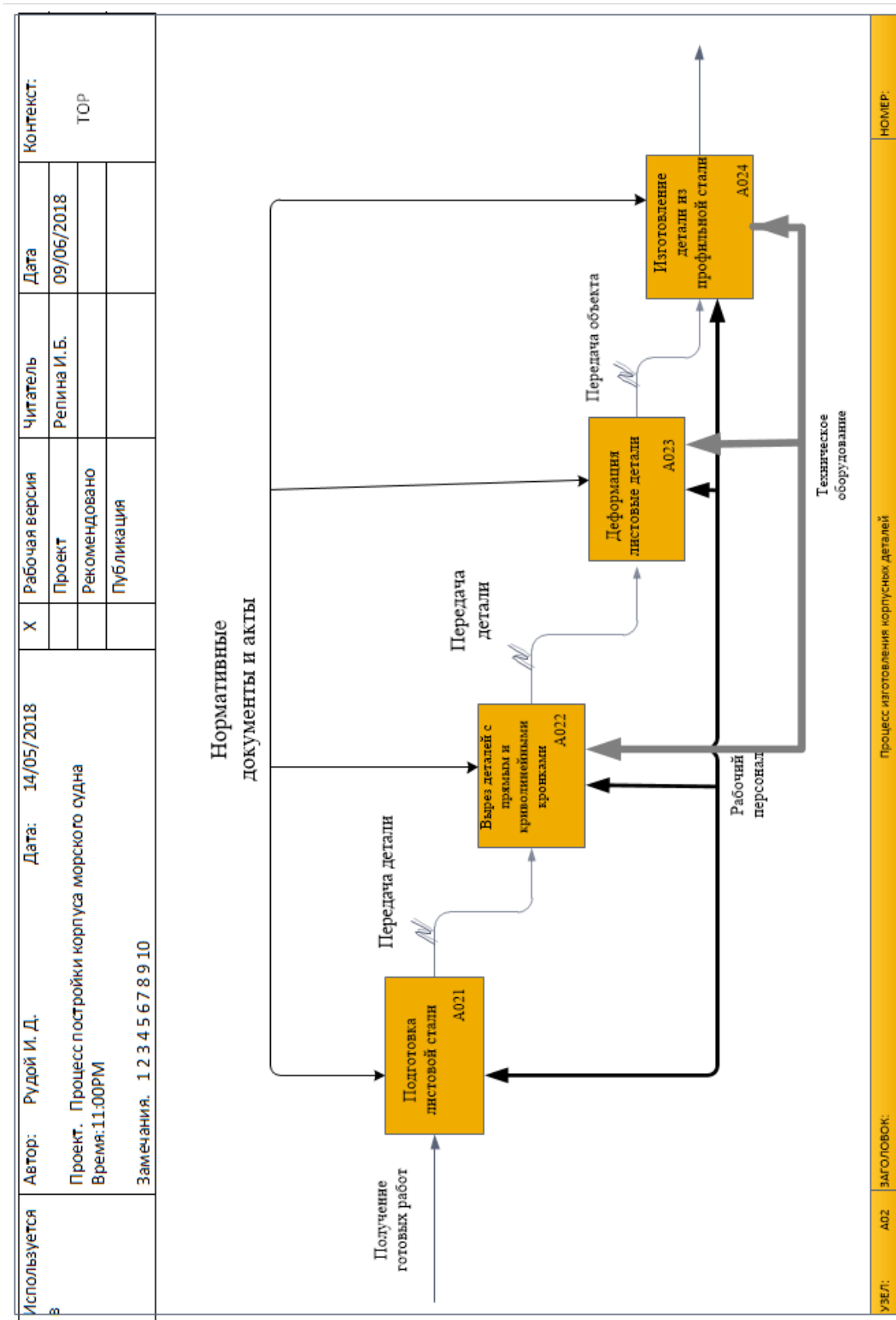


Рисунок 5 – Порядок выполнения процесса «Постройка корпуса морского судна» (продолжение)

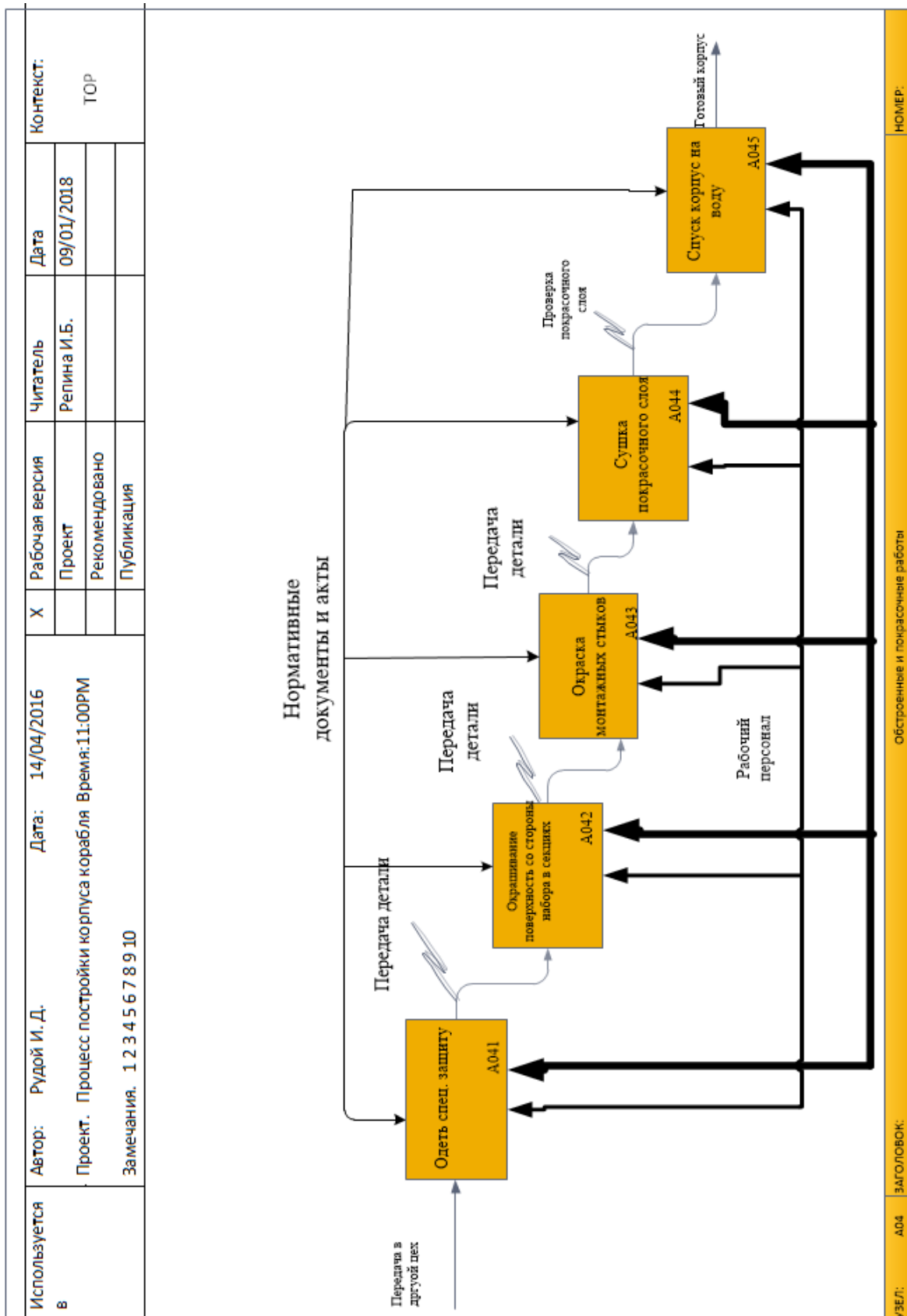

УЗЕЛ: А04
ЗАГОЛОВОК: Обстрелные и покрасочные работы
НОМЕР:

Рисунок 5 – Порядок выполнения процесса «Постройка корпуса морского судна» (окончание)

Таблица 9 – Внутренние документы предприятия

Название	Характеристика
Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» № п1-01 с-0081 «Документация конструкторская и технологическая отдела конструкторско-технологической подготовки производства. Система обозначений.»	Устанавливает систему обозначений при разработке и регистрации конструкторской документации судостроительной верфи и средств технологического оснащения.
Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» П1-01.02 СП-0001 «Стандарт качества постройки морских Судов Часть 1. Корпус. Общие технические требования»	Устанавливает основные требования по контролю качества и методам проверки корпусных конструкций судов на основании нормативных документов, а так же исключает в процессе производства разные интерпретации между участвующими в процессе специалистами при выявлении отклонений.
Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции	Устанавливает конкретные положения к доступу средств измерений и их характеристики.
Стандарт ООО «ССК «Звезда» «Летучий контроль» № П1-01 С-0017	Устанавливает порядок проведения летучего контроля в цехах, на складах, на строящихся заказах и разработки корректирующих действий
Стандарт ООО «ССК «Звезда» «Технический контроль продукции» № П1-01 С-0006	Устанавливает регламентацию процесса технического контроля продукции, как элемента управления качеством,
Стандарт ООО «ССК «Звезда» Контроль соблюдения технологической дисциплины № п1-01 с-0063	Устанавливает требования к проведению организации проверок соблюдения технологических процессов в цехах и на строящихся объектах и разработки корректирующих действий в результате контроля технологической дисциплины.
Стандарт ООО «ССК «Звезда» «Внутризаводское планирование производства» № П1-01 С-0009	Устанавливает требования к порядку проведения, внутризаводского планирования в ООО «ССК «Звезда».

Технологическо-нормировочные карты сборочно-сварочного цеха, состоящие из двух разделов: технологического и норм времени на выполнение работ. Карта содержит номера этапа, комплекта, секции, чертежа, проекта судна, наименование работ, положение шва, толщину материала, вид разделки, разряд работы, норму времени по каждой операции.

Комплектовочные ведомости на секцию, содержащие перечень всех входящих в нее деталей, где указано, какие детали идут на узловую или секционную сборку, а какие подают на стапель россыпью, с указанием причин, например, из-за проходящих затем трубопроводов, систем, кабелей или других причин [12].

Ведомости насыщения, в которых приводят перечень всех деталей насыщения, входящих в данную секцию, и их количество.

Инструкции по проведению некоторых видов работ, разметочные, проверочные, испытания на непроницаемость.

В монтажно-достроечных цехах применяют технологическо-нормировочную карту, аналогичную карте сборочно-сварочного цеха за исключением данных о положении шва, толщине материала, виде разделки, метраже или количестве.

Судосборщик должен выполнять работу в полном соответствии с рабочими чертежами и технологической документацией.

2.3 Проверка соблюдения терминологии наименований и обозначений физической величины и их единицы

Правильный выбор средств измерений является необходимым условием получения достоверной измерительной информации. Поэтому основное внимание при выборе средств измерений для решения заданной измерительной задачи уделяем обеспечению необходимой точности измерений. Одновременно учитываем условия, в которых планируется

использовать средства измерений, а также допустимую продолжительность измерений. На каждом этапе процесса «Постройки корпуса судна» выделено средство измерение. Характеристика выбора средства измерения представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика выбора средства измерения

Объект	Контролируемые параметры	Этап процесса	Нормативный документ
Штангенциркуль ШЦ-II	Измерения длины	Плазовые работы	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции
Манометр избыточного давления	Величину давления	Изготовление корпусных деталей	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции
ИРСП11-Ш-П-500А	Напряжение дуги и сила тока	Изготовление корпусных деталей	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции
Тахеометра серии 30R - SET230R	Точность геометрических значений	Предварительная сборка и сварка	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции
Толщиномер УТ-4DL	Контроль толщины сварных соединений	Обстроенные и отделочные работы	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, продукции

В простых измерительных задачах, заключающихся в определении значений параметров несложных устройств, вопросы выбора и применения средств измерений решают, как правило, на основе практического опыта.

Однако усложнение технических устройств, необходимость точного определения значений тысяч и десятков тысяч параметров привело к тому, что для метрологического обеспечения эксплуатации сложных технических комплексов и систем потребовались многие сотни средств измерений. В связи с усложнением технических устройств, повышением уровня автоматизации и ростом их значения в народном хозяйстве возросла ответственность решений, принимаемых на основе измерительной информации и, как следствие, увеличилась цена допускаемых ошибок. Вследствие этого большую значимость приобрел правильный выбор средств измерений для метрологического обеспечения эксплуатации сложных технических комплексов и систем [33].

2.4 Оценка рациональности номенклатуры измеряемых характеристик

При проведении метрологической экспертизы технической документации необходимо выявить и впоследствии ликвидировать ошибки, некорректного отображения и несоответствие технических требований и показателей действующим общепринятым нормам и стандартам.

Анализ нормативной документации ООО «ССК «ЗВЕЗДА» в части параметров, которые необходимо оценить при проведении метрологической экспертизы технологического процесса «Постройка корпуса морского судна» в таблице 11.

Изменяемые характеристики определяются нормативными документами на продукцию, технологию. При этом эксперт руководствуется следующими общим и положениями:

Таблица 11 – Анализ нормативной документации ООО «ССК «ЗВЕЗДА»

Проверяемые параметры	НД	Краткая характеристика
Соответствие формулировок	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» № п1-01 с-0081 «Документация конструкторская и технологическая отдела конструкторско-технологической подготовки производства. Система обозначений.»	Устанавливает систему обозначений при разработке и регистрации конструкторской документации судостроительной верфи и средств технологического оснащения.
Номенклатура контролируемых параметров	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» П1-01.02 СП-0001 «Стандарт качества постройки морских Судов Часть 1. Корпус. Общие технические требования»	Устанавливает основные требования по контролю качества и методам проверки корпусных конструкций судов на основании нормативных документов, а так же исключает в процессе производства разные интерпретации между участвующими в процессе специалистами при выявлении отклонений.
Доступ к средству измерений	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции	Устанавливает конкретные положения к доступу средств измерений и их характеристики.
Аттестация метрологического оборудования	Стандарт ООО «ССК «ЗВЕЗДА» №П4-04 С-0023 Метрологическое обеспечение производства, строительства, ремонта и испытаний продукции	Устанавливает порядок проведения, основные положения и представляет график выполнения аттестации метрологического оборудования.

- для деталей, узлов и составных частей изделий контроль должен обеспечивать размерную и функциональную взаимозаменяемость,
- для готовой продукции должен быть обеспечен контроль основных характеристик и количества продукции;
- для технологического оборудования, систем контроля и управления должны быть осуществлены измерение характеристик, определяющих оптимальность режима по производительности и экономичности; контроль безопасности выполнения работ; контроль экологической безопасности производств.

В таблице 12 представлены общие положения контролируемых характеристик

Таблица 12 – Общие положения контролируемых характеристик

Этап процесса	Контролируемые средства измерения
Плазовые работы	Штангенциркуль ШЦ-II
Изготовление корпусных деталей	ИРСП11-Ш-П-500А, манометр
Предварительная сборка и сварка	Тахеометра серии 30R - SET230R
Обстроенные и отделочные работы	Толщиномер UT-4DL

Анализ состояния действующей нормативной, проектной, конструкторской, технологической документации - контроль и испытание характеристик и параметров продукции с целью обеспечения необходимого ее качества в соответствии с инженерно-техническими условиями контракта.

В ходе анализа рассматривается действующая нормативная документация на выпускаемую продукцию и методы ее испытаний, а также сырье, материалы, комплектующие изделия, в том числе государственные стандарты и стандарты отрасли, технические условия, стандарты предприятия, а также проектная, конструкторская, технологическая документация, методики пооперационного, входного и приемочного контроля, стандарты Системы безопасности труда и Системы охраны природы с точки зрения правильности отражения в этих документах требований к средствам и методам измерений, испытаний и контроля основных параметров продукции и производственных процессов [24].

Неточная формулировка может привести к большой погрешности измерений.

2.5 Анализ и оценка требований к точности измерений

Среди факторов, определяющих конкурентоспособность ключевыми в современных условиях являются гарантии высокого качества выпускаемой

продукции. Между качеством продукции и качеством измерений существует непосредственная связь на предприятиях, где измерительное дело налажено, как это требуется, качество продукции, как правило, оказывается выше. И, наоборот, там, где качество измерений не отвечает требованиям технологического процесса, нельзя ожидать высокого качества продукции. Под качеством измерений следует понимать совокупность свойств состояния измерений, обуславливающих получение результатов измерений с требуемыми точностными характеристиками, в необходимом виде и в установленный срок. Из этого определения следует, что главным показателем, определяющим качество измерений является их точность. Рассчитаем оптимальную погрешность. Погрешностью средства измерений называется разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой величины. В первом приближении можно считать, что потери пропорциональны квадрату погрешности измерений, а затраты на измерения обратно пропорциональны погрешности измерений. Оптимальная погрешность выражается следующим образом:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8\delta \sqrt[3]{\frac{3}{\Pi}} \quad (1)$$

где $\delta_{\text{опт}}$ – граница оптимальной относительной погрешности измерений;
 δ – граница относительной погрешности измерений, для которой известны потери Π и затраты на измерения Z .

Принцип действия штангенциркуля ШЦ-II – механический. Отсчет размеров производится методом непосредственной оценки совпадения делений шкалы на штанге с делениями нониуса, расположенного на рамке [17].

Основные свойства к точности измерения штангенциркуль представлен в таблице 12.

Штангенциркуль ШЦ-II двусторонний состоит из штанги с двумя подвижными губками на рамке и глубиномера. Верхние губки используются для измерения внутренних размеров, нижние для измерения наружных

размеров. Для разметочных работ обе пары губок. Для измерения глубины пазов и отверстий используется глубиномер.

По штанге, на которой расположена шкала с миллиметровыми делениями, перемещается рамка с нониусом, по которому производится отсчет измеренного размера.

Нониус может быть непосредственно нанесен на рамку (моноблочное исполнение), выполнен в одной плоскости со шкалой штанги (исполнение с отсутствием параллакса), либо наносится на пластину, укрепленную на рамке с помощью винтов (обычное исполнение).

Штангенциркули моноблочные и без параллакса изготовлены из нержавеющей стали, обычные из углеродистой стали.

Таблица 13 – Характеристика штангенциркуля ШЦ-П: двустороннего

Параметры	Значения
Пределы измерения, мм	0-250
Цена деления нониуса, мм	0,05
Погрешность измерений, мм	±0,05
Габариты, мм	335x110x15
Масса, кг	0,55

Затраты на измерения штангенциркулем ШЦ-П примерно равно 150 р для погрешности измерений 3 %. Потери из-за такой погрешности примерно равны 1500 р. Подставляем значение в формулу, получаем такой расчет:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8 \sqrt[3]{\frac{150}{1500}} = 1,12 \%$$

Следовательно, полученный результат, оптимальное значение относительной погрешности для штангенциркуля равно 1,12 %. Так как, оптимальное значение погрешности не превышает значение основной погрешности, штангенциркуль обладает оптимальным значением для проводимых измерений.

Основные свойства к точности измерения манометра избыточного давления представлен в таблице 13.

Манометры избыточного давления в первую очередь применяются для контроля и управления небольших перепадов давления там, где предъявляются высокие требования к односторонней перегрузочной способности по давлению и статическому давлению.

Таблица 14 – Характеристика манометра избыточного давления

Параметры	Значения
Диаметр корпуса	63 мм
Шкала, бар	0-10
Подсоединение	Резьба 1/4
Тип	MDA 63/10
Сплав пружины	Медный
Температура эксплуатации	-20 до +80 °С
Погрешность	5%

Затраты на измерения манометра примерно равно 300 р для погрешности измерений 5 %. Потери из-за такой погрешности примерно равны 3000 р. Подставляем значение в формулу, получаем такой расчет:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,85 \sqrt[3]{\frac{300}{3000}} = 1,82 \%$$

Следовательно, полученный результат, оптимальное значение относительной погрешности для штангенциркуля равно 1,82 %. Так как, оптимальное значение погрешности не превышает значение основной погрешности, манометр обладает оптимальным значением для проводимых измерений.

Основные свойства к точности измерения ИРСП11-Ш-П-500А измеритель с выносным датчиком тока и напряжения с шунтом на 500 А представлен в таблице 14.

Для измерения постоянного тока силовой кабель, приложенный к свариваемому изделию, подключается к сварочным клеммам выносного датчика тока и напряжения для модификации ИРСП11-Ш-500А или пропускается через отверстие в датчике. Разъем измерения напряжения постоянного тока служит для подачи напряжения с выхода сварочного источника. На цифровом индикаторе отображаются текущие значения силы тока сварки и напряжения на дуге или пункты меню. С помощью функциональных кнопок реализовано многоуровневое меню для управления измерителем.

Таблица 15 – Характеристика ИРСП11-Ш-П-500А

Наименование характеристики	Значения
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	От -100 до +100
Дискретность измерений напряжения постоянного тока, В	0,1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	±1
Диапазон измерений силы постоянного тока, А	От -500 до +500
Дискретность измерений силы постоянного тока, А	1
Пределы допускаемой основной погрешности измерений силы постоянного тока, %	±1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений напряжения и силы постоянного тока, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормального значения до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10°С, %	± 0,2
Параметры сети питания переменного тока: - напряжение, В - частота, Гц	От 187 до 242 50±2
Потребляемая мощность, Вт, не более	15
Габаритные размеры,(длина ширина высота) мм, не более - основной блок - датчик	240x190x60 240x190x60
Масса основного блока с датчиком, кг, не более	3

Затраты на измерения ИРСП11-Ш-500А примерно равно 100000 р для погрешности измерений 1 %. Потери из-за такой погрешности примерно равны 850000 р. Подставляем значение в формулу, получаем такой расчет:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8 \cdot 1 \sqrt[3]{\frac{100000}{850000}} = 0,39 \%$$

Следовательно, полученный результат, оптимальное значение относительной погрешности для ИРСП11-Ш-500А равно 0,39 %. Так как, оптимальное значение погрешности не превышает значение основной погрешности, ИРСП11-Ш-500А обладает оптимальным значением для проводимых измерений.

Основные свойства к точности измерения тахеометры серии 30R - SET230R представлен в таблице 16.

Безотражательные электронные тахеометры серии 30R - SET230R. Этот прибор предназначен для выполнения точных измерений, с узким видимым лазерным лучом. Каждая модель оснащена богатым выбором программ. При помощи тахеометров тахеометры серии 30R - SET230R измеряют расстояния без использования отражателей.

Таблица 16 – Характеристика тахеометра

Характеристика	Значения
Точность измерения углов	2"
Увеличение, крат	30
Компенсатор / диапазон работы компенсатора	двухосевой,
Минимальное расстояние фокусирования, м	1,3
Минимальное измеряемое расстояние, м	1,3
Дальность измерения расстояний на одну призму, м	5000
Дальность измерения расстояний на три призмы, м	6000
Дальность измерения расстояний без отражателя, м	150
Точность измерения расстояний на призму, мм	$\pm(2 + 2 \times 10^{-6} \times D)$
Точность измерения расстояний без отражателя, мм	$\pm(3 + 2 \times 10^{-6} \times D)$
Время измерения расстояний, сек	1,3
Клавиатура	с двух сторон, 15 клавиш
Дисплей	ЖК, 192 x 80 точек
Количество строк / символов	в строке 6 строк по 20 символов
Защита от пыли и воды	IP66
Внутренняя память примерно	10000 точек

Окончание таблицы 16

Рабочая температура, °С	от -20 до +50
Время работы от одного аккумулятора, часов	6
Время заряда одного аккумулятора, часов	2
Вес, кг	5,4

Затраты на измерения тахеометры серии 30R - SET230R примерно равно 50000 р для погрешности измерений 1 %. Потери из-за такой погрешности примерно равны 500000 р. Подставляем значение в формулу, получаем такой расчет:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8 \sqrt[3]{\frac{50000}{500000}} = 0,37 \%$$

Следовательно, полученный результат, оптимальное значение относительной погрешности для тахеометра серии 30R - SET230R равно 0,37 %. Так как, оптимальное значение погрешности не превышает значение основной погрешности тахеометры серии 30R - SET230R обладает оптимальным значением для проводимых измерений.

Основные свойства к точности измерения ультразвукового толщиномера UT-4DL серии представлен в таблице 17.

Таблица 17 – Характеристика толщиномера UT-4DL

Характеристики	Значение
Диапазон измерений толщины (для стали и алюминия), мм	от 0,6 до 300,0
Диапазон номинальных значений эффективной рабочей частоты УЗК для ПЭП, МГц	от 2,5 до 10,0
Дискретность индикации толщины: - в диапазоне измерений толщин от 0,6 до 99,99 мм - в диапазоне измерений толщин от 100,0 до 300,0 мм	0,01 / 0,1 0,1
Диапазон задания значений скорости продольных УЗК, м/с	от 1000 до 19999
Диапазон измерений скорости продольных УЗК (для толщин от 10,0 до 80,0 мм), м/с	от 1000 до 9999
Дискретность индикации скорости продольных УЗК, м/с	1
Диапазон измерений в режиме тестера временного интервала распространения УЗК, мкс	от 0,1 до 50,0
Дискретность индикации временного интервала распространения УЗК, мкс	0,001 / 0,01

Окончание таблицы 17

Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерения толщины для всех ПЭП ($R_z \leq 40 \mu\text{м}$ при 20 °С), мм: - в диапазоне от 0,6 до 300,0 мм при дискретности индикации 0,1 мм	$\pm(0,1+0,003 \cdot H_x)$ $\pm(0,05+0,003 H_x)$, где
---	---

- в диапазоне от 0,6 до 99,99 мм при дискретности индикации 0,01 мм	Нх – значение толщины измеряемого образца, мм
Максимально допустимая шероховатость поверхности со стороны ввода УЗК- Rz, мкм,	не более 160
Минимальный радиус кривизны ОК при толщине стенки 1,5 мм, мм,	не менее 10
Частота полного цикла измерения с обновлением экрана, Гц	1;8;16

Толщиномер UT-4DL является толщиномером ультразвуковым общего назначения для ручного контроля, защищенным от попадания внутрь пыли, виброустойчивого исполнения, принцип работы которого основан на взаимодействии с контролируемым изделием излучаемых в него импульсных ультразвуковых колебаний (УЗК) пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) через промежуточные контактные звукопроводящие среды.

Затраты на измерения толщиномер UT-4DL примерно равно 10000 р для погрешности измерений 1 %. Потери из-за такой погрешности примерно равны 100000 р. Подставляем значение в формулу, получаем такой расчет:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8 \cdot 1^3 \sqrt{\frac{15000}{100000}} = 0,42 \%$$

Следовательно, полученный результат, оптимальное значение относительной погрешности для толщиномер UT-4DL равно 0,42 %. Так как, оптимальное значение погрешности не превышает значение основной погрешности толщиномер UT-4DL обладает оптимальным значением для проводимых измерений.

На этапах используются измерительные комплексы, которые включает себя несколько средств измерений. Такие измерения представляются на экране комплекса, которые уведомляют о проведенных измерений.

2.6 Установление полноты и правильности требований точности измерений к средствам измерений

Все средства измерений независимо от их исполнения имеют ряд общих свойств, необходимых для выполнения ими функционального назначения. Технические характеристики, описывающие эти свойства и оказывающие влияние на результаты и погрешности измерений, называются метрологическими характеристиками средств измерений.

В зависимости от специфики и назначения средств измерений нормируются различные наборы или комплексы метрологических характеристик. Однако эти комплексы должны быть достаточны для учета свойств средств измерений при оценке погрешностей измерений.

Набор метрологических характеристик, входящие в установленный комплекс, выбирают таким образом, чтобы обеспечить возможность их контроля при приемлемых затратах. В эксплуатационной документации на средства измерений указывают рекомендуемые методы расчета инструментальной составляющей погрешности измерений при использовании средств измерения данного типа в реальных условиях применения [31].

Метрологические характеристики средств измерений при метрологической экспертизе технической документации на процесс «Постройки корпуса морского судна» представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Метрологические характеристики средств измерений при метрологической экспертизе технической документации на процесс «Постройки корпуса морского судна»

Средство измерений	Диапазон показаний	Цена деления шкалы	Диапазон измерений	Оптимальная погрешность
Толщиномер UT-4DL	От 1000 до 9999 м/с	0,6 2,5	От 0,6 до 300 мм От 2,5 до 10 МГц	0,42 %

Окончание таблицы 18

Тахеометра серии 30R - SET230R	От 1,3 до 6000 м	1,3 м	1,3 до 150 м	0,37 %
ИРСП11-Ш-П- 500А	От -100 до +100 В От -500 до +500 А	0,1 В	От -100 до +100 В От -500 до +500 А	0,39 %
Штангенциркуль ШЦ-II: двусторонний	250-630 мм	0,05 мм	250-630 мм	1,12 %
Манометр избыточного давления	0,1 – 60 МПа	1 у.ед.	0,1 – 60 МПа	1,82 %

В результате такого анализа документации выявляется взаимосвязь требований к точности контроля основных параметров с качеством выпускаемой продукции, системой учета материальных ресурсов и устанавливается, какие дополнительные требования должны быть включены в документацию или в каком направлении должны быть повышены предъявляемые требования в целях обеспечения достоверного контроля параметров, улучшения качества выпускаемой продукции и условий труда.

2.7 Оценка правильности выбора средств измерений

Оценка правильности выбора средств измерений относится к одной из важнейших задач метрологической экспертизы. При выборе средств измерений для контроля параметров изделий, режимов технологических процессов необходимо учитывать совокупность их метрологических, эксплуатационных и экономических показателей. При этом точность средств измерений должна быть согласована с требованиями к предельно допускаемым значениям контролируемых параметров и режимов (погрешность результатов измерений, получаемых с помощью выбранного

Си должна быть значительно меньше допуска на контролируемый параметр изделия).

Главным критерием выбора средств измерений является соответствие средств измерения требованиям достоверности измерений, получения настоящих (действительных) значений измеряемых величин с заданной точностью при минимальных временных и материальных затратах.

Для оптимального выбора средств измерений находим следующие исходные данные [13]:

- 1) номинальным значением измеряемой величины;
- 2) величиной разности между максимальным и минимальным значением измеряемой величины, регламентируемой в нормативной документации;
- 3) сведениями об условиях проведения измерений.

При выборе и назначении средств измерений руководствуемся следующими принципами и условиями:

- соотношение погрешности средств измерений и допуска измеряемого параметра должно соответствовать требованиям нормативных документов;
- условия эксплуатации средств измерений должны соответствовать рабочим условиям выбираемого средства измерений;
- средство измерений должно обеспечивать достоверность измерений при минимальных экономических затратах;
- при прочих равных условиях следует отдавать предпочтение средствам измерений с более высоким уровнем автоматизации;
- отдавать предпочтение унифицированным средствам измерений;
- отдавать предпочтение средствам измерений отечественного производства при идентичности метрологических характеристик средств измерений, приобретаемых за рубежом;
- применение средств измерений самых низких классов точности или широко применяемых в случае отсутствия допуска на нефункциональный контролируемый параметр;

- соответствие более высокому классу точности прибора наиболее благоприятных условий для эксплуатации (отвечающих требованиям нормативной документации на данное средство измерений);

- во вновь разрабатываемой документации не должны назначаться средства измерений снятые с производства, но ещё находящиеся в эксплуатации [29].

Если необходимо выбрать измерительную систему, руководствуясь критерием точности, то ее погрешность должна вычисляться как сумма погрешностей всех элементов системы (мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей) в соответствии с установленным для каждой системы законом.

При окончательном выборе средств измерений учитываем следующие требования:

- 1) к рабочей области значений величин, оказывающих влияние на процесс измерения;
- 2) к габаритам средства измерений;
- 3) к массе средства измерений;
- 4) к конструкции средства измерений.

При выборе средств измерений учитываем предпочтительность стандартизированных средств измерений.

Рассмотрим выбор штангенциркуля, отвечающий за первый этап процесса «Постройка корпуса судна». Определяем контролируемые размеры. Контролируемые размеры представлены в следующем виде:

$$x \pm \frac{ITb}{2}; \quad x_1 a b_1; \quad x_2 D b_2$$

где x_1, x, x_2 – номинальный размер данного параметра детали,

IT, a, D – характеристика вида параметра детали (линейный размер, внутренний или внешний диаметры соответственно),

b, b_1, b_2 – квалитет – характеристика класса точности изготовления данного размера.

Затем определяем номинальный размер, квалитет, предельные отклонения элемента детали, используя ГОСТ 25347-2013, ГОСТ 25346-2013. Для чего: в соответствии с буквенной частью условного обозначения допустимых предельных отклонений определить ГОСТ, из которого следует выбирать численные значения предельных отклонений:

- IT – линейные размеры – ГОСТ 8.051-2013;
- a, h – внешние диаметры – ГОСТ 25347-2013;
- D, H – внутренние диаметры – ГОСТ 25346-2013.

Далее, по номеру квалитета в соответствующем ГОСТе выбираем таблицу для определения предельных отклонений, по условному обозначению предельных отклонений и номинальному размеру, из таблицы выбрать численные значения допустимых предельных отклонений. Рассчитываем предельно допустимую погрешность средства измерения, для определения допуска на изготовления детали [39]:

$$T = \Delta H_{max} - \Delta H_{min} \quad (2)$$

Затем рассчитываем предельную погрешность измерения, представленную в следующем виде:

$$\delta_{изм} = (0,2 \dots 0,3) \cdot T \quad (3)$$

Величину коэффициента выбираем в зависимости от важности объекта, в который входит данная деталь. Чем важнее объект, тем меньше численное значение коэффициента. Рассчитываем значение предельно-допустимой погрешности средства измерения, которое будем использовать для контроля качества изготовления заданного размера детали в следующем виде:

$$\pm \Delta_{limСИ} \leq (0,6 \dots 0,8) \delta_{изм} \quad (4)$$

Величину коэффициента выбираем в зависимости от квалификации человека, который будет использовать средство измерения. Чем выше квалификация, тем большую погрешность может иметь средство измерения.

В конце выбираем средство измерения для контроля параметров.

Комплексность задачи выбора средств измерения определила необходимость разработки различных способов выбора средств измерения.

Прежде всего, выбранное средство измерения должно соответствовать по своей конструкции и габаритам для установки измеряемой детали и подходов измерительных устройств к измеряемой величине.

В массовом производстве основными средствами измерения являются высокопроизводительные механизированные и автоматизированные средства измерения и контроля.

В серийном производстве основными средствами измерения и контроля служат предельные калибры, шаблоны, специальные контрольные приспособления и при необходимости универсальные средства измерения.

В мелкосерийном и индивидуальном производстве основными являются универсальные средства измерения [9].

Выбор средств измерений по точности осуществляем с учётом:

- допустимых отклонений на параметры (если не оговорено иначе);
- выбранной методики выполнения измерений и достоверности контроля;
- требуемой группы исполнения, определяемой условиями их использования в процессе производства, производственного контроля и эксплуатации изделия.

2.8 Установление полноты и правильности требований к методам измерений

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений.

При замере выше перечисленных приборов используем метод непосредственной оценки и дифференциальный метод. Суть непосредственной оценки заключается в определении значения физической величины по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. Суть в дифференциальном методе заключается в воздействии

разности измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. При этом уравнивание измеряемой величины известной производится не полностью. Во втором случае мы используем метод сравнения с мерой, а показывает более точные измерения, чем точность непосредственной оценки. При измерении избыточного давления газа, проводятся следующие вычисления [8].

Необходимо измерить избыточное давление газа 2,6 МПа с погрешностью $\pm 0,21$ МПа. Определяем конечное значение шкалы прибора: $2,6 \cdot 1,5 = 3,9$ МПа.

Поскольку у приборов измерения давления шкалы с таким конечным значением нет, ближайшее значение в сторону увеличения - 4,0 МПа.

Допускаемая абсолютная основная погрешность прибора составляет

$$\Delta = \pm \left(0,21 \cdot \frac{1}{3} \right) = \pm 0,07 \text{ МПа}$$

тогда допускаемая приведенная погрешность равна:

$$\gamma = \pm \left(\frac{0,07}{4,0} \cdot 100 \right) = \pm 1,75 \%$$

Поскольку стандартизированные приборы измерения давления не выпускаются с классом точности 1,75, для получения более точного результата измерений производим округление в меньшую сторону и выбираем класс точности 1,5.

Таким образом, для измерения давления 2,6 МПа с погрешностью $\pm 2,1$ МПа следует выбрать манометр с конечным значением шкалы 4 МПа и классом точности 1,5.

Нормы и методы обеспечения единства измерений совершенствуются постоянно и руководители и сотрудники метрологических служб должны быть в курсе всех нововведений.

3 РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОЦЕСС «ПОСТРОЙКА КОРПУСА МОРСКОГО СУДНА»

Методические рекомендации являются общим руководством и устанавливают основные требования к организации и порядку проведения метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна».

Методические рекомендации, представленные в приложении А, предназначены для применения на предприятии ООО «ССК «ЗВЕЗДА» при разработке технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна» с целью определения оптимальной системы контроля качества и проведения испытаний на основе метрологической экспертизы технической документации.

В создании методических рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Закон Российской Федерации ФЗ 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [46].

РМГ 63-2003 «Государственная система обеспечения единства измерения. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации. Государственная система обеспечения единства измерения.»

РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерения. Метрология. Основные термины и определения»

РДТ 04-2009 «Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации».

РМГ «62-2003 технологическими процессами Обеспечение эффективности при управлении Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации».

Методические рекомендации устанавливают цели, задачи, организацию работ, оформление и реализацию результатов метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна».

Требования данных метрологических рекомендаций обязательны для исполнения всеми структурными подразделениями ООО «ССК «ЗВЕЗДА», отвечающими за процесс «Постройка корпуса морского судна».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученная с помощью средств измерений и контроля, измерительная информация должна с необходимой точностью и достоверностью отражать свойства веществ, материалов и изделий, характер технологических процессов, качество и количество выпускаемой продукции.

Важной особенностью метрологической экспертизы на всех этапах жизненного цикла продукции является ее ведущая роль в обеспечении качества. Своевременное проведение позволяет вскрыть и устранить метрологические ошибки, поставить барьер проникновению в разрабатываемую техническую документацию решений с нарушением норм метрологического обеспечения разработки, производства и испытаний продукции. Разработанная в процессе подготовки производства нормативная, техническая, конструкторская и технологическая документация, регламентирующая нормы точности, методы, средства и условия измерений, порядок обработки результатов измерений, должна быть подвергнута метрологической экспертизе. В результате выполнены следующие задачи:

- проанализирована нормативно–законодательная база метрологической экспертизы;
- проанализированы методы контроля и применяемого контрольно-измерительного оборудования;
- изучен алгоритм технологического процесса постройки корпуса морского судна;
- проанализированы требования к проведению метрологической экспертизы технической документации

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Об обеспечении единства измерений (ред. от 21.11.2011, с изм. от 07.12.2011) Федеральный закон от 18 июня 2008 г. № 102-ФЗ //: Доступ из справ.- правовой системы «Консультант-Плюс»
2. РМГ 64–2003. ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений. Введ. 2005–01–01. Москва: Изд-во стандартов, 2004. – 20 с.
3. РМГ 51-2002 ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения. Введ. 01-05-2003- М. Стандартиформ, 2003. 65 с.
4. РМГ 62-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации. Введ. 01-01-2005. М. Стандартиформ, 2005. 56 с.
5. РМГ 63-2003 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений. Введ. 01-01-2005. М. Стандартиформ, 2005. 34 с.
6. ГОСТ 8.417–2002. ГСИ. Единицы величин. Введ. 2003-09-01. М.: Стандартиформ, 2010. 32 с.
7. ГОСТ 8.010-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики выполнения измерений. Основные положения. Введ. 01-03-2015. М.: Стандартиформ, 2015. 33 с.
8. ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации. Введ. 01-09-2000. М.: Стандартиформ, 2000. 51 с.

9. ГОСТ 9.301-86 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования. Введ. 01-07-1987. М. Стандартинформ, 1987. 52 с.
10. ГОСТ 1062-80 Размерения надводных кораблей и судов главные. Термины, определения и буквенные обозначения. Введ. 01-07-1981. М.: Стандартинформ, 1981. 49 с.
11. ГОСТ 13641-80 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения. Введ. 01-07-1987. М. Стандартинформ, 1987. 76 с.
12. ГОСТ 13641-80 Элементы металлического корпуса надводных кораблей и судов конструктивные. Термины и определения. Введ. 01-07-1981. М. Стандартинформ, 1981. 78 с.
13. ГОСТ 19439.3-74 Судовые эксплуатационные документы. Типовая номенклатура документов для морских судов и судов внутреннего плавания. Введ. 01-07-1981. М.: Стандартинформ, 1974. 76с.
14. ГОСТ 26501-85 Корпусы морских судов. Общие требования к электрохимической защите. Введ. 01-01-1976. М. Стандартинформ, 1976. 55 с.
15. ГОСТ 8.401-80 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Классы точности средств измерений. Общие требования. Введ. 01-07-1981. М. Стандартинформ, 1981. 34 с.
16. ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений. Введ. 15-04-2010. М. Стандартинформ, 2010. 38 с.
17. ГОСТ Р 1.12-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения. Введ. 01-07-2005. М. Стандартинформ, 2005. 71 с.
18. Руководство по техническому наблюдению за ремонтом морских судов. НД № 2-030101-021. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2015. 341 с.

19. Руководство по техническому наблюдению за применением сварки в судостроении и судоремонте. НД № 2-030101-015. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2013. 227 с.
20. Бойко С.В., Воробьев А.Л., Колчина И.В. Разработка и аттестация методик выполнения измерений: методические указания, Оренбург: ГОУ ОГУ, 2014. 77 с.
21. Борисов Ю.И., Сигов А.С., Нефедов В.И. Метрология, стандартизация и сертификация: под ред. проф. Сигова А.С.. М.: форум: Инфра-М, 2015. 336 с.
22. Богомолов Ю.А., Медовикова Н.Я., Рейх Н.Н., Оценивание погрешностей измерений: конспект лекций, М.: АСМС, 2014. 57 с.
- 23 Бурдун Г. Д., Марков Б. Н. Основы метрологии: учебное пособие для вузов; 3-е изд., перераб. М.: Изд-во стандартов, 2015. 256 с.
24. Гвоздев В.Д. Прикладная метрология: Величины и измерения: учеб. пособие; М.: МИИТ, 2015. 74 с.
25. Глухов В. И. Нормативная база метрологического обеспечения точности геометрических характеристик для процессов жизненного цикла оборонной продукции // Метрологическое обеспечение обороны и безопасности в Российской Федерации: материалы XI Всероссийской науч.-техн. конф. 2016. С. 31-32.
26. Глухов, В. И. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации в машиностроении: метод. указания; Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. 132 с.
27. Димов Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: метод. указания; СПб.: Питер, 2013. 464 с.
- 28 Земельман М.А. Метрологические основы технических измерений: М. : Изд-во стандартов, 2013. 227 с.
29. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С., Метрология, стандартизация и технические средства измерений: М.: Высш. шк., 2013. 205 с.

30. Жинкина Е.А., Белый В.И., Метрологическая экспертиза технической документации: // Экономическая наука сегодня: теория и практика: материалы III Междунар. науч.–практ. конф. (Чебоксары, 26 дек. 2015 г.) / редкол.: Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2015. С. 213-214
31. Зимина Е.В., Кайнова В.Н., Роль метрологической экспертизы технической документации в повышении проектного качества продукции // Труды Нижегородского государственного технического университета. 2015. № 4 (111). С. 186-192.
32. Иванов В.С., Контроль качества продукции в машиностроении: М.: Машиностроение, 2014. 97 с.
33. Крылова Г.Д., Основы стандартизации, сертификации, метрологии: метод. указания 2-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. С. 334-340
34. Кузнецов В.А., Ялунина Г.В.. Общая метрология: М.: Изд-во стандартов, 2015. – 272 с.
35. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: Учебник для СПО / И.М. Лифиц. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 411 с.
36. Макаров А.В., Остроухова И.В., Роль метрологической экспертизы в повышении качества и конкурентоспособности продукции, // Качество и конкурентоспособность. 2014. № 14. С. 31-33
37. Мамаев А.Д. Метрологические службы на малых предприятиях / А.Д. Мамаев // Детали производства. 2013. С. 23-27
38. Никуличева Н.Г. Метрологическое обеспечение и контроль качества материалов и изделий: монография: под общей редакцией д.т.н., проф. Прохорова В.Т., Шахты: Изд-во ГОУ ВПО «ЮРГУЭС» С. 120-122
39. Очир-Горяев В.П., Метрологическая экспертиза технической документации: метод. указания к практическим занятиям по курсу «Метрология, стандартизация и сертификация» / Ухта: УГТУ, 2014. 31 с.
40. Полякова О.В., Метрологическая экспертиза и ее деятельность / Метролог. 2013.- №1. С. 35-40.

41. Полякова О.В., Метрологическая экспертиза технической документации / Главный метролог. 2016.- №6. С. 14-17.
42. Правиков Ю.М., Метрологическая экспертиза рабочих чертежей деталей машин как этап технологической подготовки производства: / Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2014. - N 2. С. 48-52
43. Рейх, Н.И. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие для ВИСМ; М.: Изд-во стандартов, 2014. 248 с.
44. Рудой И.Д. Основные положения и аккредитация метрологической экспертизы // Молодежь и научно-технический прогресс: материалы региональной научно-практической конференции / Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа [науч. ред. Р.А. Полькова]. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2018. (в печати)
45. Рудой И.Д. Метрологическая экспертиза судостроения и в сфере военной обороны // Молодежь и научно-технический прогресс: материалы региональной научно-практической конференции / Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа [науч. ред. Р.А. Полькова]. Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2018. (в печати)
46. Русанов К.Е. Метрологическая экспертиза технической документации на системы термодиагностики / Метрология. 2016. С. 48-50
47. Сергеев А.Г. Метрология: карманная энциклопедия студента: учебное пособие для студентов вузов; Москва: Логос, 2014. 376 с.
48. Сергеев А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп.; М.: Логос, 2015. 300 с.
49. Сергеев А.Г. Метрология: учебное пособие для вузов: М.: Логос, 2013. 408 с.
50. Ушаков И.Е. Прикладная метрология: учебное пособие; Прикладная метрология: Учеб. для вузов СПб.: СЗТУ, 2014. С.4-6

51. Фирстов В.Г. Вопросы метрологического обеспечения инновационных научно-технических проектов и программ / В.Г. Фирстов // Проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. -№ 8. С. 60-64.
52. Фирстов В.Г. Обеспечение единства образования в области метрологии, стандартизации и сертификации / В.Г. Фирстов // Приборы. – 2013. - № 8. - С. 57-61.
53. Фирстов В.Г. Роль метрологического обеспечения в повышении эффективности инновационных научно-технических программ / Стандарты и качество. 2013. - № 12. С. 52-55.
54. Фокин Г.В., Менеджмент интеллектуальных ресурсов / Вопросы инновационной экономики. 2013. № 2. С. 35-49
55. Чуваева Е.Ю. Особенности метрологического обеспечения на этапе подготовки производства; Предприятия и производства. 2014. С. 43-44
56. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: учебник для вузов / И. Ф. Шишкин Москва. Издательство стандартов, 2013. – 166 с.
57. Яковлев Ю.Н., Глушкова О.Г., Медовикова Н.Я., Метрологическая экспертиза технической документации / Ю.Н. Яковлев, М.: Издательство стандартов, 2015. 240 с.
58. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М., Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебное пособие для вузов /А. И. Якушев,. 6-е изд., перераб. и дополн. М.: Машиностроение, 2014. 352 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МР п1-01 с-0099

ООО «ССК «ЗВЕЗДА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

(проект)

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРОЦЕССА «ПОСТРОЙКА КОРПУСА МОРСКОГО СУДНА»

Введ. «___» _____ 20__ г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАНЫ Рудым Ильей Дмитриевичем
2. ПРИНЯТЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ _____

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические рекомендации устанавливают цели, задачи, организацию работ, оформление и реализацию результатов метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна».

Требования данных метрологических рекомендаций обязательны для исполнения всеми структурными подразделениями ООО «ССК «ЗВЕЗДА», отвечающими за процесс «Постройка корпуса морского судна».

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Методические рекомендации являются общим руководством и устанавливают основные требования к организации и порядку проведения метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна».

Настоящие методические рекомендации предназначены для применения на предприятии ООО «ССК «ЗВЕЗДА» при разработке технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна» с целью определения оптимальной системы контроля качества и проведения испытаний на основе метрологической экспертизы технической документации.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих методических рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Закон Российской Федерации ФЗ 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

РМГ 63-2003 «Государственная система обеспечения единства измерения. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации. Государственная система обеспечения единства измерения.»

РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерения. Метрология. Основные термины и определения»

РДТ 04-2009 «Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации».

РМГ «62-2003 технологическими процессами Обеспечение эффективности при управлении Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации.».

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В методических рекомендациях используются термины и определения, в соответствии с РМГ 29-2013. «Государственная система обеспечения единства измерения. Метрология. Основные термины и определения».

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Метрологическая экспертиза является частью комплекса работ по метрологическому обеспечению разработки, производства, испытания и эксплуатации изделий.

4.2 Основная цель метрологической экспертизы технической документации «Процесса постройки корпуса морского судна» - достижение эффективности метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами

4.3 Метрологическую экспертизу технической документации процесса «Постройки корпуса морского судна» осуществляет экспертная комиссия.

4.4 Экспертная комиссия по метрологической экспертизе технической документации назначается ежегодно не позднее 31 декабря, распоряжением главного инженера ООО «ССК «ЗВЕЗДА». Проект распоряжения готовит главный метролог.

4.5 В состав экспертной комиссии могут входить работники предприятия имеющие профильное образование либо опыт работы по метрологии не менее одного года и не участвующие в разработке технологического процесса.

4.6 В состав экспертной комиссии могут входить эксперты от подразделений

- отдела главного метролога,
- подразделений-разработчиков;
- отдела главного технолога;

Председателем экспертной комиссии является главный метролог.

4.7 На предприятии ежегодно формируется план повышения квалификации, неотъемлемой частью к является формирующий раздел, повышение квалификации для экспертов по метрологической оценке.

4.8 Для проведения метрологической экспертизы комиссии представляются следующие документы:

- комплект документации на процесс «Постройка корпуса морского судна»;
- документы на методики выполнения измерений процесса «Постройка корпуса морского судна»,
- документы на методики и средства поверки средств процесса «Постройка корпуса морского судна»;
- программу метрологического обеспечения производства процесс «Постройка корпуса морского судна»;
- заключение по результатам предыдущей метрологической экспертизы процесса «Постройки корпуса морского судна» (если она проводилась).

4.9 Метрологическая экспертиза процесса «Постройка корпуса морского судна» проводимая экспертной комиссией распространяется только на техническую документацию процесса «Постройка корпуса морского судна» ООО «ССК «ЗВЕЗДА».

5 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

5.1 Метрологическая экспертиза должна проводиться в соответствии с графиками разработки технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна» и должна быть включена в эти графики.

5.2 Срок проведения метрологической экспертизы технологического процесса «Постройки корпуса морского судна» указывается графике разработки технической документации процесса «Постройки корпуса морского судна».

5.4 Порядок работы экспертной комиссии:

1-й этап: метрологическая проработка комплекта документации на процесс «Постройки корпуса морского судна» на соответствие требованиям метрологического обеспечения. Члены экспертной комиссии составляют проект перечня замечаний и предложений по результатам метрологической экспертизы комплекта документации на процесс «Постройки корпуса морского судна».

2-й этап: оформление перечня замечаний и предложений по результатам метрологической экспертизы комплекта документации на процесс «Постройки корпуса морского судна». Форма перечня замечаний и предложений приведена в приложении Б.

5.5 Экспертная комиссия составляет «Заключение по результатам метрологической экспертизы комплекта документации на процесс «Постройки корпуса морского судна». Заключение подписывают все члены экспертной комиссии, и утверждает главный инженер ООО «ССК «ЗВЕЗДА». Форма заключения в приложении В.

5.6 Заключение по результатам метрологической экспертизы оформляется в двух экземплярах: один экземпляр прилагается к комплекту документов на процесс «Постройки корпуса морского судна», другой экземпляр хранится в отделе главного метролога.

6 ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕССЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПРОЦЕСС «ПОСТРОЙКИ КОРПУСА МОРСКОГО СУДНА»

6.1 Этапы проведения метрологической экспертизы технической документации на процесс «Постройка корпуса морского судна»

1) Оценка рациональности номенклатуры измеряемых параметров на процесс «Постройка корпуса морского судна»;

2) Анализ и оценка требований к точности измерений на процесс «Постройка корпуса морского судна»;

3) Установление полноты и правильности требований точности измерений к средствам измерений на процесс «Постройка корпуса морского судна»;

4) Оценка правильности выбора средств измерений процесс «Постройка корпуса морского судна»;

5) Установление полноты и правильности требований к методикам (методам) измерений;

6) Заключение по проведенной метрологической экспертизу

6.2 Оценка рациональности номенклатуры обычно контролируется, параметры устанавливаются в стандарте.

6.3 Анализ и оценка требований к точности измерений, как и при измеряемых параметрах, требования к точности измерений прописывают в стандарте на сам продукт, но если требования не заданы, эксперт может руководствоваться следующими положениями. Для снижения погрешностей при измерениях следует увеличить точность измерений, однако это может привести к дополнительным затратам. Что бы снизить затраты следует найти оптимальную погрешность. Оптимальная погрешность. Эта та погрешность, при которой сумма потерь от погрешности и затрат на измерения будет

минимальной. Такую погрешность выражают следующей зависимостью по формуле 1:

$$\delta_{\text{опт}} = 0,8\delta\sqrt[3]{\frac{3}{\Pi}} \quad (1)$$

где $\delta_{\text{опт}}$ – граница оптимальной относительной погрешности измерений;

δ – граница относительной погрешности измерений, для которой известны потери Π и затраты на измерения Z .

Потери Π и затраты Z определяются приближенно, в этом случае погрешность будет приближенной к оптимальной, если выполняется условия 2:

$$0,5\delta_{\text{опт}} < \delta < \left(\frac{1,5}{2,5}\right)\delta_{\text{опт}} \quad (2)$$

где $\delta_{\text{опт}}$ – приближенное значение границы оптимальной относительной погрешности измерения вычисленное по приближенным значениям Π и Z

Перед началом решения об ориентировочные оптимальности, нужно определить затраты на размеры возможных потерь из-за погрешности измерений и на измерения с этой погрешностью.

При не значительных потерях, параметры относящимся к более важным, в качестве пределов допускаемых значений погрешности измерений следует брать 0,2-0,3 границы симметричного допуска на измеряемый параметр. Наименее важные параметры -0,5

6.4 Установление полноты и правильности требований точности измерений к средствам измерений.

При метрологической экспертизе технической документации границы погрешности измерения сравнивают с допуском измеряемого параметра. В пункте 6.3 настоящего документа уже описывались практически приемлемые

соотношения границы погрешности измерений и границы поля допуска на измеряемый параметр.

При отсутствии информации о погрешности измерений в сопутствующей документации на процесс «Постройки корпуса морского судна», эксперту следует оценить погрешность расчетным методом. Для расчета таких погрешностей при малом количестве данных можно использовать: РМТ 62- 2003 «ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Оценивание погрешности измерений при ограниченной исходной информации». При прямых измерениях и достаточной исходной информации, можно пользоваться РД 50-453-84 «Методические указания. Характеристики погрешности средств измерений в реальных условиях эксплуатации. Методы расчета».

Следует обращать внимание на факторы, влияющие на погрешность измерений:

- 1) Метрологические характеристики средств измерения рекомендуемая для, заполнения;
- 2) Условия измерений;
- 3) Процедуры подготовки и выполнения измерительных операций, обработки результатов наблюдений;
- 4) Свойства объекта измерений (адекватность измеряемой величины разделяемой средством характеристике объекта, обмен энергией между объектом и измерений и т.п.)

6.5 Оценка правильности выбора средств измерений - сложность данной оценки заключается в том, что на панели документации по выбору управления нет соответствующей средств измерений. Эксперт самостоятельно анализирует правильность выбора средств измерений по следующим характеристикам:

- 1) Точности измерений в условиях их эксплуатации
- 2) Возможность использования средств измерений в заданных условиях,

- 3) Трудоемкость и себестоимость измерительных операций;
- 4) Целесообразность использования статистических методов контроля,
- 5) Соответствие производительности (инерционности) средств измерений производительности оборудования, потребностям систем управления в темпе поступления измерительной информации
- 6) Удовлетворение требований техники безопасности,
- 7) Трудоемкость и себестоимость метрологического обслуживания

6.6 Установление полноты и правильности требований к методикам (методам) измерений совокупность операции и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной точностью. Методика выполнения измерений это технологический процесс измерения. Однако не все методики описываются и регламентируются документом. Если методика состоит из простейших измерений и проводится с помощью простых средств измерения, в таком случае документирование методики выполнения измерений не требуется.

На первом месте всегда стоят стандарты и аттестованные методики. При анализе эксперт не должен забывать обращать внимание на появление методических погрешностей. Для полной и качественной оценке по построению методик измерения и выбору средств измерения, рекомендуется пользоваться такие стандартами: МИ 1967-89 «ГСИ. Выбор методов и средств измерений при разработке методик выполнения измерений. Общие положения».

6.7 Заключение по проведенной метрологической экспертизе технической документации при проведение экспертизы эксперт первоначально фиксирует замечания по метрологической экспертизе технической документации на процесс «Постройка корпуса морского судна» с помощью пометок на полях. После чего должен направить данные документы разработчику на доработку

После проведения корректирующих действий всех замечаний, разработчик отправляет исправленный вариант повторно на проверку, при

отсутствии несоответствий оформляется заключения по результатам метрологической экспертизы технической документации на процесс «Постройки корпуса судна», форма заполнения заключения приведена в приложении Г. В заключении, указывают выводы, предложения и предпринятые корректирующие действия (при наличии)

Тогда в таких случаях составляется экспертное заключение, которое утверждается техническим руководителем либо главным метрологом предприятия.

Ответственность за заключение по проведенной метрологической экспертизы технической документации процесса «Постройка корпуса морского судна» на ООО «ССК «Звезда» несет главный метролог.

с

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Образец заключения замечаний и предложений по результатам
метрологической экспертизы

Заключение
метрологической экспертизы

(наименование и обозначение документа)

Замечания по документации	Предложения по устранению замечаний
1	2

Исполнитель _____ (должность) _____ (подпись) _____ (инициалы и фамилия)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Образец плана мероприятий по устранению замечаний

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер

(подпись) (инициалы, фамилия)

« _____ » _____ 20 г

План
мероприятий по устранению замечаний выявленных МЭ

Назначение и наименование документа	Содержание мероприятия	Этапы работ	Срок выполнения	Исполнитель	Примечание
1	2	3	4	5	6

Начальник техотдела _____ Начальник цеха _____

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер _____ Главный метролог _____

Главный конструктор _____ Представитель
заказчика _____

Директор
производства _____

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер

«___» _____ 20__ г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 21

по проведение метрологической экспертизы технической

документации от «10» июня 20__ г.

В период с «28» мая 20__ г. по «9» июня 20__ г.

на основании приказа № 57 от 25 июня 20__ г.

наименование и дата проведения приказа

Комиссия в составе:

председателя комиссии _____ главный метролог _____ Федорова Л.Г.

должность

инициалы

член комиссии _____ Прокопчук Д.А.

должность

инициалы

Результаты метрологической экспертизы технической документации

№ п/п	Проверяемые объекты и характеристики	Заключения комиссии
1	Процесс постройки корпуса морского судна: - этап плазовых работ - этап изготовление корпусных деталей - этап предварительной сборки и сварки - этап обстроенных и отделочных работ	Не превышает допустимых значений погрешности измерений.

С актом ознакомлен:

Руководитель

проверяемого подразделения _____

подпись

инициалы