

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

На правах рукописи



ГЕЙКО СЕРГЕЙ АНДРЕЕВИЧ

**МЕТОДИКИ И АЛГОРИТМЫ РАСШИРЕНИЯ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СКВОЗНОГО СОЗДАНИЯ
НАУКОЁМККИХ ОБЪЕКТОВ**

Специальность: 2.2.11 – Информационно-измерительные и управляющие системы

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент
Смирнова Мария Сергеевна

Санкт-Петербург – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ АТТРИБУТНОГО СОСТАВА, СОВЕРШЕНСТВУЮЩАЯ ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ	9
1.1 Оценка уровня информатизации ПКБ сложных наукоемких изделий.....	9
1.2 Методы работы с нормативно-технической информацией (НСИ) при проектировании наукоемких объектов.....	14
1.3 Атрибутный состав объектов информационно-управляющей системы на примере проектно-конструкторских бюро наукоемких объектов.....	20
1.4 Методика оптимизации атрибутного состава объектов информационно-управляющей системы	24
1.5 Выводы по разделу 1	33
2 МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ	35
2.1 Методы обмена информацией об изделиях между проектантами и заводами-изготовителями.....	35
2.2 Структурный анализ процесса обеспечения завода-изготовителя данными о комплектующих изделиях	43
2.3 Анализ статистических данных возникающих инцидентов	49
2.4 Анализ рисков, возникающих в ходе процесса обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией об изделии	55

2.5 Оптимизация процесса обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией об изделии.....	63
2.6 Выводы по разделу 2	67
3 АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ.....	68
3.1 Целевое состояние информатизации процесса создания СНИ.....	68
3.2 Подбор и обоснование вида уникального идентификатора для объекта ИУС	72
3.3 Разработка алгоритмического и информационного обеспечения центра управления НСИ МТР.....	74
3.4 Внедрение электронных конструкторских документов при проектировании	84
3.4 Автоматизация процесса выпуска технической документации с применением электронного макета изделия	90
3.5 Выводы по разделу 3	94
4 МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ	95
4.1 Формализация основных научных результатов в виде элемента технического задания на разработку системы управления нормативно-справочной информации	95
4.2 Основные положения	96
4.3 Атрибутный состав справочника	96
4.4 Источники данных.....	96
4.5 Сценарии работы со справочником	97

4.6 Описание процесса ведения справочника	105
4.7 Выводы по разделу 4	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	107
Список сокращений и условных обозначений	109
Словарь терминов	110
Список литературы	111
Приложение А	122
Приложение Б	126
Приложение В	128
Приложение Г	130
Приложение Д	132

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В основных отраслях промышленности широко внедрены различные информационно-управляющие системы процессом проектирования. На всем жизненном цикле создания наукоемких объектов применяется комплекс информационно-управляющих систем совместно с CAD, CAE, PDM системами, позволяющий решать задачи выпуска проектной документации. Однако, широкое внедрение информационных технологий не позволяет в полной мере решать задачи информационного взаимодействия между проектантами и заводами-изготовителями наукоемких объектов из-за отсутствия универсального идентификатора материально-технических ресурсов (комплектующего оборудования или материалов) применяемых при создании наукоемких объектов.

Таким образом, актуальность данной работы определяется необходимостью разрешения объективного противоречия между возрастающим функционалом информационно-управляющих систем, применяющихся при создании наукоемких объектов и отсутствием функционала в части однозначной идентификации применяемого комплектующего оборудования.

Степень разработанности темы исследования. Исследований, проводившихся по теме организации информационного обмена между проектантами наукоемких объектов и их изготовителей, а также методов однозначной классификации комплектующего оборудования и материалов не проводилось.

Однако, разработкой основ ведения централизованной базы данных оборудования, в частности образцов ВВСТ с применением уникального идентификатора и набора различных информационных систем занимался В.В. Моисеев. В монографии, состоящей из серии публикаций по тематике

каталогизации продукции для нужд Министерства обороны описан основной подход к методам классификации изделий, применения информационных систем.

В части методов проектирования автоматизированных систем управления разработки, данная работа опирается на подход, описанный в научных трудах Ю.К. Зимина.

Подход к управлению данными, описанный В.В. Моисеевым является и подход, описанный Ю.К. Зиминим в части построения автоматизированных систем управления разработками являются методологической основой для разработки данной диссертации.

Цель диссертационного исследования – расширение функциональных возможностей информационно-управляющих систем управления процессом создания наукоемких объектов на основе разработки алгоритмов и процедур информационного обмена.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) разработать методику оптимизации атрибутивного состава, совершенствующую элементы структуры информационно-управляющей системы;
- 2) разработать методику оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоемких объектов;
- 3) разработать алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией, используемой при проектировании.

Научная новизна работы:

1. Методика оптимизации атрибутивного состава обеспечивает формирование базового, универсального для всех изделий набора атрибутов, минимально необходимого для присвоения информационному объекту уникального кода-идентификатора.

2. Методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоемких объектов обеспечивают анализ и

управление рисками возникновения инцидентов в ходе информационного обмена при формировании транспортных массивов спецификаций.

3. Разработка алгоритмического и информационного обеспечения центра управления нормативно-справочной информацией, используемой минимизировали риски неоднозначной идентификации оборудования, применяемого в ходе создания наукоемкого изделия.

Теоретическая и практическая значимость работы. Достигнутые в работе результаты в совокупности являются научной основой разработки информационно-управляющей системы сквозного проектирования наукоемких объектов. Научно-обоснованный набор атрибутов изделий и созданный на его основе научно-методический инструментарий формирует основу создаваемой отраслевой информационно-управляющей системы по созданию наукоемких объектов.

Разработанная методика оптимизации набора атрибутов информационно-управляющей системы, методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоемких объектов, предложенное алгоритмическое и информационное обеспечение, предназначены для организации проектирования и изготовления технически сложных, наукоемких объектов, подразумевающих крупные кооперации организаций промышленности для их создания.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач применены методы экспертной оценки, статистические методы оценки достоверности полученных данных, методы структурного анализа, а также, методы оценки рисков и сетевого планирования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Методика оптимизации атрибутивного состава, совершенствующая элементы структуры информационно-управляющей системы разработанная с целью повышения эксплуатационных, экономических и эргономических характеристик информационно-управляющих систем;

2. Методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоемких объектов;

3. Алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией, используемой при проектировании.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов обеспечивается применением современных методов исследований, базирующихся на основных принципах построения информационно-измерительных и управляющихся систем, а также, на основных принципах управления качеством продукции.

Основные теоретические выводы подтверждены внедрением и практическим применением в организациях промышленности.

1. МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ АТРИБУТНОГО СОСТАВА, СОВЕРШЕНСТВУЮЩАЯ ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

1.1 Оценка уровня информатизации ПКБ сложных наукоемких изделий

Основной виток развития информатизации проектирования ведущих ПКБ, разрабатывающих сложные наукоемкие изделия начался на рубеже 20 и 21 веков [1-2].

На момент 2002-2005 годов, во многих отраслях промышленности был осуществлен уход от традиционного проектирования на кульманах в сторону работы на ПК с имеющимися на тот момент САПР.

На первом этапе работы с современными на момент внедрения персональных компьютеров применялись имеющиеся САД системы, такие как AutoCAD и прочее прикладное ПО, служащее для проведения расчетов.

Так, например после приобретения и внедрения в работу проектанта персональных компьютеров из расчета 1 компьютер на 1 сотрудника, возникла необходимость создания корпоративной вычислительной сети. На момент внедрения компьютеров в организации-проектанте работало более 3000 специалистов. Организационная структура проектанта включала в себя состояло из 8 основных производственных специализаций [3]:

- 1 отделение – отделение обще проектных работ;
- 2 отделение – отделение технологического обеспечения проектирования;
- 3 отделение – отделение корпусных конструкций;
- 4 отделение – отделение энергетических установок.
- 5 отделение – отделение общепроектных систем;

6 отделение – отделение систем управления;

7 отделение – отделение проектирования вооружения;

8 отделение – отделение устройств и механизмов.

Учитывая огромнейшую номенклатуру применяемого судового комплектующего оборудования и материалов, а также достигнутый на тот момент высокий уровень межпроектной и внутрипроектной унификации, при разработке КД по заведованию специализаций в различных системах применялось одно и то же оборудование. Например, широчайшая номенклатура судовой арматуры. В ходе проектирования возникали ситуации, когда одно и то же оборудование включалось в состав спецификаций различных специализаций в разном виде, что влекло за собой большое количество уточнений со стороны заводов-строителей, а также дублирование разработки технологической документации.

В целях повышения качества разработки КД, в бюро была создана Общесистемная база данных.

Рассмотрим подробнее модель работы с ОБД. Прежде чем применить какое-либо изделие в КД, конструктор должен был осуществить ввод информационной карты данного изделия в соответствии с документацией на изделие. Далее, введенная конструктором информация подлежала проверке. Специалисты 22 отдела осуществляли сверку информации с документом на изделие, а также, не допускали создание повторной информационной карты на одно и то же изделие. После утверждения информационной карты, данное изделие могло быть включено в спецификацию. Внешний вид интерфейса ОБД на примере ИК изделия представлен на рисунке 1.

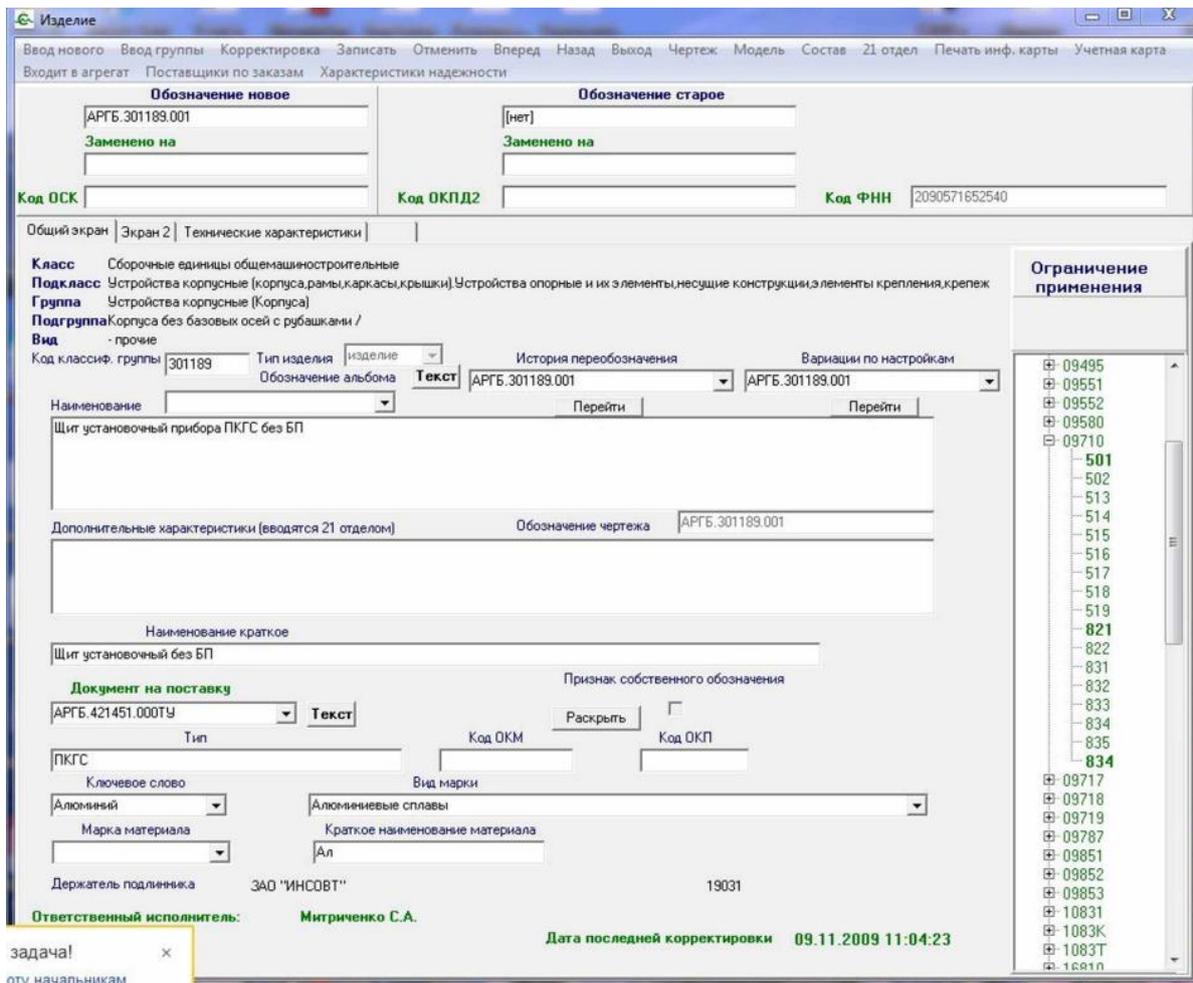


Рисунок – 1 Внешний вид интерфейса ОБД на примере ИК изделия

После появления таких разделов ОБД, как «Изделия» и «Материалы», ОБД начала свое развитие, как основное средство управления нормативно-справочной информацией. В ОБД по мере ее совершенствования добавлялись такие разделы, как «Дислокация» - раздел с информацией об организациях-поставщиках оборудования; «Справочники» - раздел, содержащий справочники по проектам/заказам, классификаторы, и т.д.; «НТД» - раздел, содержащий информацию о документах по стандартизации, таких как государственные или отраслевые стандарты.

Появление ОБД значительно повысило качество выпускаемой проектантом конструкторской документации, а также сократило время ее разработки, за счет

того, что у каждого конструктора имелся доступ к единой базе данных бюро. ОБД на сегодняшний день функционирует в корпоративной вычислительной сети проектанта и постоянно дорабатывается под текущие и перспективные потребности.

1.2.4 Разработка собственного ПО

Внедрение ОБД в организации проектанте велось параллельно с разработкой САПР силами отдела информационных технологий.

В результате данных работ был создан комплекс ПО для выпуска спецификаций по различным системам:

- СП «МСЧ» - ПО для формирования спецификаций изделий машиностроения по ГОСТ 2.108-68.

- СП «Корпус» - ПО для формирования спецификаций корпусных конструкций;

- СП «Установка» - ПО для формирования спецификаций размещения судового комплектующего оборудования.

Позднее, в работу проектанта были внедрены такие ПО, как:

- ПО «Перечень» - формирование перечней элементов технического проекта;

- ПО «Системы» - формирование спецификаций систем трубопроводов.

Все прикладное программное обеспечение в своей работе применяет информацию из ОБД. Таким образом, комплекс ПО как собственной разработки, так и сторонней, при условии работы с единым источником исходных данных для проектирования в виде ОБД представляют собой информационно-управляющую систему процессом проектирования.

Обобщенная схема данной системы представлена на рисунке 2.

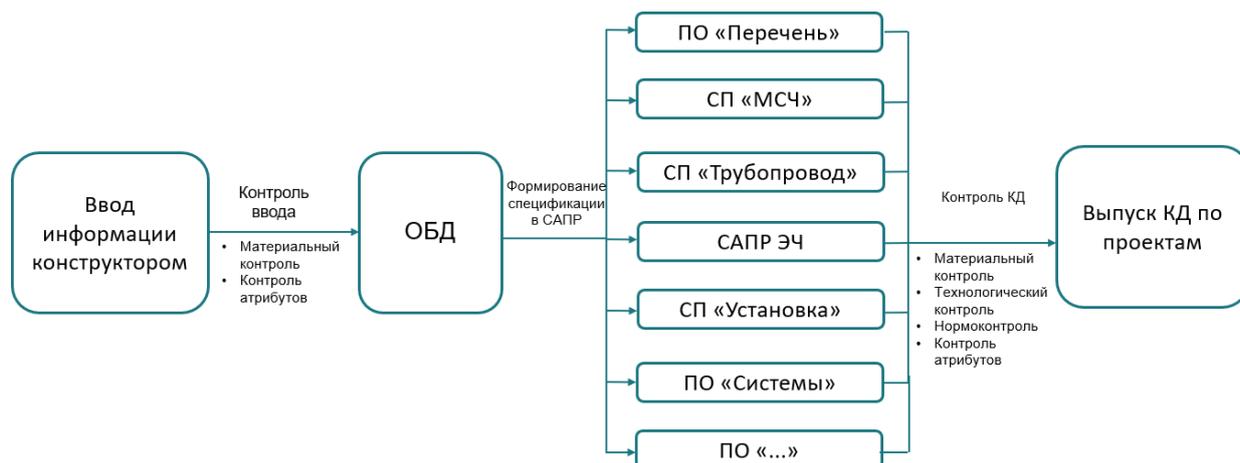


Рисунок 2 – Обобщенная схема выпуска спецификаций при помощи собственных САПР в проектной организации

Каждый из данных программных продуктов на выходе формирует конструкторский документ по стандартизированной в проектной организации форме, соответствующий требованиям государственной и отраслевой документации. DATA-центрический подход, преимущества и суть которого изложены в [4-6] при работе с данным ПО, в виде использования информации из ОБД также повышает качество разрабатываемой КД, снижает затраты на ее разработку.

Основными выходными данными по проекту, выдаваемыми на завод-строитель является комплект КД в виде скан-копий с транспортными массивами спецификаций и ведомостей заказа в XML формате [7] .

Описанный выше комплекс работ по созданию ОБД, а также САПР собственной разработки стандартизировал порядок выпуска КД в организации проектанте с использованием ПЭВМ.

1.2 Методы работы с нормативно-технической информацией (НСИ) при проектировании наукоемких объектов

Нормативно-справочная информация, такая как информация об изделиях и материалах, организациях соисполнителях, являются основными, после ТЗ (ТТЗ) исходными данными при создании СНИ.

В каждой организации подход к обращению НСИ уникален, но общая тенденция склоняется в сторону тотальной информатизации и локализации НСИ в информационных системах [8-11].

В состав НСИ входят справочники и классификаторы, информация из которых (термины, коды, названия контрагентов и материалов, адреса поставщиков, контакты клиентов) используется при проектировании [8]. Например, даже при создании счета-фактуры основные данные выбираются из справочников, а не вводятся вручную. Неверная или устаревшая информация приведет к ошибкам, недействительности счетов, потере времени сотрудниками, негативному имиджу организации в глазах партнеров и клиентов. К тому же справочники объединяют все документы системы (приказы, счета, договора и др.), неверно составленный документ повлечет за собой дальнейшие ошибки сотрудников.

Безусловно, для проектанта СНИ основной важнейшей НСИ является информация о применяемых изделиях и материалах. В условиях тотальной информатизации проектирования, а также, поэтапной реализации дата-центрального подхода, в проектно-конструкторских бюро не допускается применение информации в разрабатываемой документации не из централизованных источников в организации.

Рассмотрим основные методы работы с НСИ, имеющейся в организации.

Среди данных методов можно выделить три типа работы с НСИ:

- Традиционный;
- Смешанный;
- Перспективный (метод тотальной информатизации).

Для традиционного метода характерно применения источников НСИ в бумажном виде, таких, например разного вида классификаторов. Классификатор изделий и конструкторских документов - Классификатор ЕСКД представляет собой систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации - изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства, общетехнических документов и их кодов и является составной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации [12].

В Классификатор ЕСКД включены классификационные характеристики изделий - деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов [13] на которые разработана и разрабатывается конструкторская документация по ЕСКД, в том числе стандартных изделий, а также общетехнических документов (нормы, правила, требования, методы и т.д.) на изделия, входящие в Классификатор ЕСКД.

ОКПД2 – это Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности, утвержденный Приказом Росстандарта от 31.01.2014 N 14-ст. Находится этот классификатор в свободном доступе, найти и скачать который можно в любом удобном для заказчика формате: в виде таблицы EXCEL, текстовом или ином другом [14].

Классификатор ОКПД2 построен при помощи последовательного метода кодирования и на основе иерархического метода классификации. Это значит, что его структура в основном представлена следующим образом: класс, подкласс, группа, подгруппа, вид, категория и подкатегория.

В частности, в одной из наукоемких отраслей применяются специальные отраслевые классификаторы материалов, разрабатываемые ФГУП «Крыловский государственный научный центр» НИИ «ЛОТ» и НИЦ «Курчатовский институт» - ЦНИИ КМ «Прометей». Перечень отраслевых классификаторов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень классификаторов материалов

№	Обозначение	Наименование
1.	УЕИА.360042.0001	Чёрные металлы
2.	УЕИА.360042.002	Цветные металлы
3.	УЕИА.360042.003	Трубы, баллоны, фитинги
4.	УЕИА.360042.005	Пластмассовые материалы
5.	УЕИА.360042.006	Лакокрасочные материалы
6.	УЕИА.360042.007	Резиновые и асбестовые материалы
7.	УЕИА.360042.008	Химические материалы
8.	НИМБ.360042.004	Метизы
9.	НИМБ.360042.031(ч.1)	Кабельная продукция и электроизоляционные материалы
10.	НИМБ.360042.031-01(ч.2)	Кабельная продукция и электроизоляционные материалы

11.	НИМБ.360042.032	Лесоматериалы
12.	НИМБ.360042.033	Строительные материалы
13.	НИМБ.360042.034	Огнеупорные, шихтовые и формовочные материалы
14.	НИМБ.360042.035	Продукция пищевой промышленности
15.	НИМБ.360042.036	Топливо и нефтепродукты
16.	НИМБ.360042.037 (ч.1)	Вспомогательные материалы
17.	НИМБ.360042.037-01 (ч.2)	Вспомогательные материалы
18.	НИМБ.360042.037-02 (Ч.3)	Вспомогательные материалы
19.	НИМБ.360042.038 (ч.1)	Резинотехнические изделия
20.	НИМБ.360042.038 (ч.2)	Резинотехнические изделия

Все указанные выше классификаторы выпускаются предприятиями-разработчиками в бумажном виде и поставляются в организации. При разработке КД конструкторский состав изучает данные классификаторы в бумажном виде, а также необходимые ДС, выбирая необходимую НСИ.

Что касается ДС, то в настоящее время ФГБУ «Росстандарт» активно поставляет в организации документацию системы национальной и

межгосударственной стандартизации в печатном виде [15]. При работе с ДС на ряде предприятий сохраняется преобладание применения бумажных копий ДС.

Основная НСИ при создании СНИ – это информация о комплектующих изделиях, которая содержится в конструкторской и технической документации.

Технические условия на продукцию – это часть комплекта технической документации. Их цель – регламентирование процесса производства и использования продукции. Технические условия содержат обязательные требования и процедуры по проверке их соблюдения, а также основные технические характеристики комплектующего изделия.

Таким образом, традиционный метод работы с НСИ сводится к изучению и анализу бумажных копий документации конструктором с последующим выпуском КД в графических САПР без применения ИУС процессом проектирования. Традиционный метод работы с НСИ основан на анализе бумажной документации и последующем синтезе инженерно-технических решений без какой-либо автоматизации, что является его основным недостатком без каких-либо достоинств. В то же время, важно отметить, что работа с бумажной НСИ подразумевает применение заведомо неактуальных данных, в виду того, что извещения об изменении не могут поступать от разработчика указанных документов в режиме реального времени.

Смешанный метод работы с НСИ в настоящее время является самым распространенным среди организаций промышленности. Каждый из вышеуказанных документов организациями-разработчиками может поставляться также и в электронном виде, в эргономичных форматах, поддерживающих полнотекстовый поиск. Отдельные источники НСИ поддерживают SMART-данные, которые могут быть загружены в ИУС.

Суть смешанного метода заключается в том, что анализ источников НСИ может проводиться в автоматизированном режиме. Данные по НСИ подлежат загрузке в ИУС процессом проектирования, с последующим упорядочиванием и структурированием.

В частности, при проектировании СНИ, информация о применяемых изделиях и материалах, а также, контрагентах загружается в ИУС процессом проектирования после тщательной проверки и нормализации ответственными за ведение НСИ подразделениями. Применение информации в разрабатываемой КД, не введенной в ИУС максимально ограничивается с целью единства выпуска КД каждым из подразделений. Также, смешанному методу характерна работа с НСИ из централизованных источников. Так, например в крупных холдингах или корпорациях имеются централизованные информационно-справочные системы, которые активно интегрируются с ИУС проектантов, позволяя тем самым обеспечить единство применяемой в холдинге информации.

Смешанный метод работы с НСИ заключается в максимально-возможном применении источников в электронном виде и обработкой информации, полученной из них автоматизированным способом.

Перспективный метод работы с НСИ основан на концепции индустрии 4.0, а также концепции единого информационного пространства. Суть данного метода заключается в том, что вся необходимая НСИ должна быть доступна всем участникам создания СНИ в режиме реального времени. Данный метод работы не подразумевает применения бумажных копий документов. В настоящее время большинство передовых организаций стремятся к переходу на данный метод.

Проанализировав уровень информатизации одного из ведущих проектно-конструкторских бюро, занимающегося проектированием СНИ можно сделать следующие выводы, которые легли в основу постановки задач исследования:

1. В работе ПКБ применяется широкий спектр информационных систем;
2. Присутствует DATA-центричный подход к работе с НСИ;
3. Обмен информацией с заводом-изготовителем осуществляется в электронном виде;
5. Передача информации на завод-изготовитель осуществляется не в режиме реального времени;
6. Информационный объект не имеет уникального, известного всем участникам создания СНИ идентификатора.

Таким образом, актуальность данной работы определяется необходимостью разрешения объективного противоречия между возрастающим функционалом информационно-управляющих систем, применяющихся при создании наукоемких объектов и отсутствием функционала в части однозначной идентификации применяемого комплектующего оборудования.

1.3 Атрибутный состав объектов информационно-управляющей системы на примере проектно-конструкторских бюро наукоемких объектов

Одной из основной применяемой НСИ при проектировании и создании СНИ является информация о применяемых изделиях и материалах. Информация об изделии является набором данных, включающих в себя основную информацию, такую как обозначение, наименование, краткая техническая характеристика, документ на поставку, и набором его характеристик и режимов работы. Весь этот набор данных необходим участникам создания СНИ для формирования понимания, как в конечном итоге финальное изделие будет функционировать и обеспечивать выполнение ТТЗ.

При смешанном методе работы с НСИ характерна ее загрузка и обработка в ИУС процессом проектирования. В частности, если НСИ касается изделия, то под загрузкой такой информации в ИУС подразумевается заполнение ИК изделия по всем его характеристикам. В данной работе мной был проанализирован состав атрибутов ИК изделия одного из проектантов СНИ. Атрибутный состав представлен на рисунке 3.

Рисунок 3 – Атрибутный состав изделия в ИУС проектанта

Прежде чем применить какое-либо изделие в КД, конструктор должен был осуществить ввод информационной карты данного изделия в соответствии с документацией на изделие. Далее, введенная конструктором информация подлежала проверке. Специалисты контролирующего подразделения осуществляют сверку информации с документом на изделие, а также, не допускают создание повторной информационной карты на одно и тоже изделие. После

утверждения информационной карты, данное изделие может быть включено в спецификацию.

Однако, несмотря на реализованный DATA-центричный подход при проектировании СНИ, записи в ИУС проектанта не имеют унифицированного, применяемого всеми участниками кооперации идентификатора. Рассмотрим пример записи оборудования в ОБД проектанта, информацию из которой получает ИУС в ходе выполнения работ по проектированию. На рисунке 4 приведен пример комплектующего оборудования, сведения о котором в полной мере не приведены в документе на поставку.

Обозначение:	Наименование:
УШИД.632511.077-22.03/ 4*	Вентилятор РСС 2,5/25-1.2.9 <u>ЩВ исп. Л270° лапы вверх клеммная коробка справа, пускатель магнитный ППР-1153</u>
Обозначение в соответствии с КД на изделие	Дополнительная (переменная) характеристика, не учитываемая обозначением
Код дополнительной характеристики, описывающей конфигурацию крепления, пускатель и расположение клеммной коробки	

Рисунок 4 – Пример записи о комплектующем оборудовании, не имеющим уникального идентификатора

В [16] подробно описано, что обозначение изделия машиностроения в соответствии с классификатором ЕСКД [12] в максимальном объеме позволяет учитывать более 1000 конфигураций изделий, однако, однако значительная часть оборудования с целью обеспечения снижения затрат на корректировку документации при заказе различных модификаций поставляется с переменными характеристиками, оговариваемыми в ходе заказной компании заводоизготовителей. Для упорядочивания информации в собственных базах данных после обозначения изделия в соответствии с документом на поставку, проектантом

самостоятельно добавляется после обозначения по ЕСКД набор символов, позволяющих отличать друг от друга различные конфигурации оборудования.

Таким образом, проектант СНИ передает информацию на завод-изготовитель, не содержащую однозначного описания информационного объекта в связи с отсутствием возможности однозначной идентификации комплектации оборудования.

Рассмотрим, как осуществляется обмен информацией в рамках кооперации в ходе создания СНИ. Схема передачи данных приведена на рисунке 5.



Рисунок 5 – схема информационного взаимодействия с заводом-изготовителем СНИ.

Одним из ведущих предприятий, осуществляющим изготовления СНИ в судостроительной отрасли является АО «ПО «Севмаш». Данное предприятие занимается постройкой широчайшей номенклатуры кораблей и судов для Государственного, иностранного заказчика в области продукции как гражданского, так и военного назначения. В виду широкой номенклатуры продукции, АО «ПО «Севмаш» взаимодействует с несколькими крупнейшими проектно-конструкторскими бюро. В частности, АО «ПО «Севмаш» ведет одновременную

постройку АПЛ четвертого поколения двух различных проектантов – АО «СПМБМ «Малахит» и АО «ЦКБ МТ «Рубин». В соответствии с результатами НИР выполненным АО «СПМБМ «Малахит», [17] уровень унификации данных проектов между собой предполагает возможность осуществления крупносерийного заказа комплектующего оборудования у изготовителей, одновременно для всех строящихся заказов, однако, реализация таких закупок крайне затруднена в виду отсутствия в материалах проектирования их уникального идентификатора, однозначно определяющего конфигурацию оборудования. Так, на рисунке 5 показано, что одно и то же изделие передается заводу-изготовителю с разными идентификаторами.

В виду отсутствия возможности однозначного определения конфигурации оборудования каждой организацией конфигурации оборудования, такая задача должна ложиться на отраслевые центры либо центры, занимающиеся однозначной идентификацией комплектующего оборудования, о чем также отмечено в [16].

1.4 Методика оптимизации атрибутивного состава объектов информационно-управляющей системы

Помимо отсутствия уникального идентификатора у информационного объекта, набор атрибутов информационно-управляющих систем процессом проектирования крупных предприятий, зачастую, бывает перегружен, что существенно понижает их эксплуатационные, экономические и эргономические характеристики. Ввод исходных данных для проектирования требует временных, а как следствие и экономических затрат. С целью оптимизации атрибутивного состава под текущие задачи проектирования СНИ была разработана и опробована методика, позволяющая сократить и оптимизировать атрибутивный состав ИУС.

При проведении исследования был применен метод экспертной оценки (метод ранжирования), подробно описанный в [18-21] а также математические методы проверки достоверности статистических данных.

- на первом этапе, из состава атрибутов, описанных в п. 1.2 настоящего исследования на основании единогласного решения было исключено NN атрибутов;

- на втором этапе, оставшийся состав атрибутов информационно-управляющей системы был переименован с учетом современных требований документов по стандартизации;

- на третьем этапе было произведено ранжирование значимости корректности заполнения атрибутов по степени их важности.

В результате данной работы был определен минимальный набор атрибутов, описывающий ключевые характеристики объектов информационно-управляющей системы процессом проектирования. Набор данных атрибутов и их краткое описание приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Минимальный набор атрибутов, описывающий ключевые характеристики объектов информационно-управляющей системы процессом проектирования

№	Наименование атрибута	Описание и правила заполнения	Источник данных
1.	Обозначение по ЕСКД **	Обозначение, соответствующее структуре ЕСКД, а именно: -XXXX.XXXXXX.XXX – ЛТПИ.301112.003 – изделие машиностроения.	Документ на поставку изделия, КД, ДС

2.	Обозначение старое **	Обозначение, имеющее любую другую структуру, отличную от ЕСКД	Документ на поставку, КД, ДС
3.	Наименование и краткая техническая характеристика*	Указывается наименование изделия в соответствии с основным конструкторским документом, ДС или ТУ. Также приводится краткая техническая характеристика для конкретного заказа изделия. Например, данная информация, указывается в графе 2 Ведомости заказа изделий по ОСТ 5Р.0264-2013	Документ на поставку, КД, ДС
4.	Идентификатор записи в ИС Общества *	Уникальный идентификатор ИУС организации. Например, GUID или прочий идентификатор, принятый в конкретной ИС Общества.	Генерируется автоматически при создании записи в ИУС
5.	Код классификационной характеристики по ЕСКД*	Присваивается по Классификатору ЕСКД (ОК 012-93) и представляет собой шестизначное число, последовательно обозначающее класс (первые два знака), подкласс, группу, подгруппу, вид (по одному знаку)	В случае, если обозначение изделия по ЕСКД – повторяет код классификационной характеристики из обозначения основного конструкторского документа, в

			других случаях выбирается при вводе информации в ИУС по классификатору ЕСКД самостоятельно.
6.	Код ОКПД2*	Присваивается по классификатору ОКПД2 (ОК 034-2014)	Документ на поставку, или ОК 034-2014.
7.	ФНН	Указывается, если данное изделие присутствует в каталоге предметов снабжения Вооруженных сил Российской Федерации	Каталожное описание ПС ВС РФ
8.	Код ОКП	Указывается при наличии в документации на поставку	Документ на поставку
9.	Документ на поставку*	Указывается обозначение документа на поставку	Документ на поставку
10.	Обозначение чертежа	Указывается обозначение чертежа, в случае, если в соответствии с документом на поставку, конфигурация изделия описывается чертежом	Документ на поставку, основной конструкторский документ
11.	Примечание	При необходимости вносится справочная информация, не предусмотренная другими реквизитами	Вносится оператором ИУС
12.	Ключевое слово	Набор слов («тегов», как правило 5-6), характеризующих оборудование,	Вносится оператором ИУС

		необходимый для удобства поиска изделия.	
13.	Признак специального условия поставки*	Отражает наличие на поле чертежа штампа «Удовлетворяет условиям поставки,,» или информации такого же содержания в разделе «Общие требования» документа на поставку	Документ на поставку, основной конструкторский документ
14.	Статус поставки*	Указывается статус поставки оборудования. Возможные значения: - поставляемое; - снятое с производства (для оборудования с аннулированными ДС на поставку или отсутствующими поставщиками); - импортное (для оборудования, производимого за территорией РФ); - разрабатываемое (для оборудования, процесс разработки и испытаний которых не окончен (отсутствует литера О ₁ или старше).	Вносится оператором ИУС

15.	Вид приемки*	Информация о приемке оборудования. Может содержать следующие значения «ВП», «ОТК», «Надзор РМРС», «Надзор РРР»	Документ на поставку
-----	--------------	--	----------------------

Примечания: 1. Атрибут, отмеченный символом «*» требует обязательного ввода его значения;

2. Атрибуты, отмеченные символом «**» подразумевают обязательное заполнение, как минимум, одного из них;

1.3.2 Определение весовых коэффициентов атрибутного состава.

На третьем этапе была составлена матрица оценок по методу ранжирования показателей.

Учитывая равную компетентность экспертов, опираясь на данные о стаже их работы, выполняемые обязанности в соответствии с должностной инструкцией, в качестве метода определения весовых коэффициентов, было принято выбрать метод ранжирования.

Группа из 6 экспертов, являющимися специалистами в исследуемой области, высказалась относительно важности 15 атрибутов. Самому важному атрибуту соответствует ранг равный $m=15$, каждому последующему – $m-1$.

Весовые коэффициенты определяются по формуле (1):

$$w_j = \frac{r_j}{\sum_{j=1}^m r_j}, j= 1, m \quad (1)$$

В **таблице 3** приведена оценка экспертов важности каждого из атрибутов.

Таблица 3. Ранжирование атрибутов и результаты расчета весовых коэффициентов

Номер атрибута по таблице 1	Номер эксперта						Сумма рангов $r_j = \sum_{i=1}^n r_{ij}$	Весовые коэффициенты, w_j
	1	2	3	4	5	6		
1	15	14	13	14	14	14	84	0,117
2	13	13	14	13	13	13	79	0,11
3	14	15	15	15	15	15	89	0,124
4	7	7	8	7	8	7	44	0,061
5	9	9	9	8	9	9	53	0,074
6	8	8	10	9	7	6	48	0,067
7	12	11	11	11	12	11	68	0,094
8	10	10	12	10	10	10	62	0,086
9	11	12	7	12	11	12	65	0,09
10	2	5	5	1	5	5	23	0,032
11	5	1	2	5	1	8	22	0,031
12	6	6	6	6	4	2	30	0,042
13	1	4	1	4	6	1	17	0,024
14	3	3	3	2	3	3	17	0,024
15	4	2	4	3	2	4	19	0,026

Таким образом, в результате экспертной оценки путем ранжирования и определения весовых коэффициентов, было установлено, что наиболее важными атрибутами ИУС, являются такие атрибуты, как:

- Наименование и краткая техническая характеристика (атрибут №3, **таблица**);
- Обозначение по ЕСКД (атрибут №1, **таблица**);
- Обозначение старое (атрибут №2, **таблица**).

Результаты экспертной оценки приведены на рисунке 6.

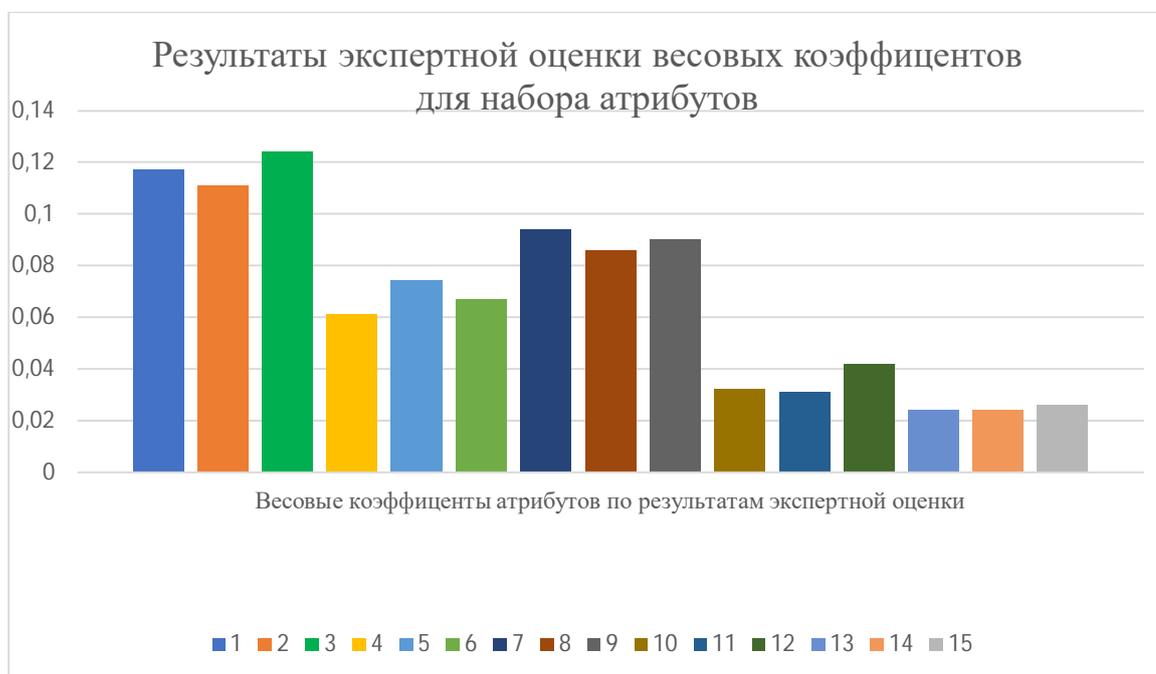


Рисунок 6 – Результаты оценки атрибутного состава

В основе данного метода, по определению набора атрибутов информационно-управляющей системы процессом проектирования лежал экспертный метод, особенностью которого является тот факт, что, мнения экспертов могут расходиться.

Для того, чтобы исключить необходимость проведения содержательного анализа мнений экспертов, целесообразно оценить согласованность их мнений. Для этого был применен метод расчета коэффициента конкордации Кендалла.

Коэффициент конкордации Кендалла используется для оценки степени тесноты связи между большим количеством факторов. Для его вычисления используется формула (2).

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (2)$$

где m – количество коррелируемых факторов, n – число наблюдений, S – сумма квадратов отклонений суммы рангов по m факторам от их средней арифметической.

Применительно к результатам опроса экспертной группы, полученного в рамках данной работы:

Сумма рангов	Факторы														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S	84	79	89	44	53	48	68	62	65	23	22	30	17	17	19

$$W = \frac{12 \cdot 9252}{6^2(15^3 - 15)} = 0.918$$

где $S = 9252$, $n = 15$, $m = 6$.

Таким образом, $W = 0.918$ говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.

С целью проверки нулевой гипотезы о несогласованности оценок экспертов друг с другом ($W=0$) при альтернативной гипотезе ($W \neq 0$), определим значение критерия согласия Пирсона по формуле 3:

$$\chi^2 = m \cdot (n - 1) \cdot W \quad (3)$$

Полученным экспертным оценкам важности атрибутов соответствует значение критерия согласия Пирсона, равное 77.11. Данное значение, полученное в результате расчетов, больше критического значения, представленного в [22] для уровня значимости 10 % и числа степеней свободы $(n - 1)$, равного 14, следовательно, нулевая гипотеза о несогласованности оценок экспертов отклоняется.

В целях качественной оценки степени согласованности мнений экспертов обратимся к вербально-числовой шкале, предложенной Марголиным и Харрингтоном [23], в соответствии с которой, полученный коэффициент конкордации соответствует очень высокой согласованности. Таким образом, достоверное заполнение атрибутов под номерами 3, 1 и 2 по табл. 1 является основным фактором, позволяющим отразить минимально необходимый объем информации в информационной карте изделия, который позволит его однозначно идентифицировать

1.5 Выводы по разделу 1

В разделе 1 работы достигнуты следующие промежуточные результаты исследования:

1. Описаны базовые основы работы с нормативно-справочной информацией при проектировании наукоемких объектов;
2. Описана проблематика однозначной идентификации информационных объектов в ИУС проектантов СНИ.
3. Проанализирован атрибутивный состав объектов информационно-управляющей системы на примере проектно-конструкторских бюро наукоемких объектов.
4. Сокращён атрибутивный состав информационного объекта информационно-управляющей системы.

Решение первой научной задачи, описанное в первой главе, позволило сократить на 26.4% время ввода в ИУС процессом проектирования за счет применения методики оптимизации атрибутивного состава за счет сокращения количества атрибутов.

2 МЕТОДИКА АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

2.1 Методы обмена информацией об изделиях между проектантами и заводами-изготовителями

Одним из первых шагов на пути к обмену документацией между проектантом и заводом строителем, в ходе проектирования СНИ стал обмен транспортными массивами спецификаций и ведомостей заказа оборудования.

Объем информации, которая передается предприятиям-строителям, достаточно от проектанта велик, одни и те же данные неоднократно дублируются, поэтому назрела необходимость регламентации набора данных, передаваемых на верфи. В 2011 вступили в силу ГОСТ 2.511-2011 «ЕСКД. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения» [24] и ГОСТ 2.512-2011 «ЕСКД. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных конструкторских документов. Общие положения» [25]. Эти документы стали одними из первых, которые регламентировали обмен информацией в электронном виде. Рассмотрим порядок обмена информацией о сложном наукоемком изделии на примере кооперации организаций судостроения.

АО ПО «Севмаш», совместно с АО «СПМБМ «Малахит» работы по информационному обмену специфицированными данными изделий МСЧ начались еще в 2004 году с определения типа и структуры файлов транспортных массивов для различных типов спецификаций верфи и машиностроения, разработки порядка формирования транспортных массивов у проектанта и приема их на предприятии. Был создан и настроен выделенный канал связи, а структуру и вид транспортного массива было принято закреплять в соответствующих положениях «О порядке

взаимодействия проектанта и завода строителя в ходе создания заказов проекта».

В настоящий момент все специфицированные данные по конструкторской документации, вновь разрабатываемой АО «СПМБМ «Малахит» поступают в АО «ПО «Севмаш» в виде транспортных массивов по выделенным каналам связи.

В 2018 г. в АО «СПМБМ «Малахит» возникла необходимость перехода на новый формат «транспортного массива» при обмене информацией о составе изделий с заводами-строителями. Старый формат ТМ представлял собой комплект текстовых файлов с разделителями и обладал существенными недостатками: низкий потенциал масштабирования, невозможность использования расширенных типов данных, отсутствие ссылок, отсутствие надежного способа проверки валидности данных и т.д. К тому же используемый ТМ являлся электронной версией бумажного представления конструкторского документа, что ограничивало добавление в ТМ новых реквизитов, а также затрудняло представление ограничения годности на заказ для серийных изделий.

В соответствии с целями Стратегии развития информационных технологий Группы ОСК на 2017 - 2021 годы [26] было необходимо:

- 1) создать единое информационное пространство для поддержки исполнения стратегических задач Группы ОСК;
- 2) перейти к DATA-центричному подходу в информационных технологиях и процессах Группы ОСК,

Указанные цели могли быть достигнуты использованием при обмене между АО «СПМБМ «Малахит» ми Группы ОСК данными об электронной ЭСИ в едином формате представления состава спецификаций и ведомостей.

Задача усложнялась тем обстоятельством, что требования к оформлению и правилам формирования КД постоянно менялись уже в процессе доработки ИС по

выпуску КД. Таким образом, при разработке и внедрении нового формата ТМ приходилось оперативно учитывать все изменения, которые вносились в программное обеспечение.

Для достижения поставленных целей был проанализирован опыт завода-строителя АО «ПО «Севмаш», который в тому моменту уже имел практику применения формата XML при обмене информацией с проектными организациями Группы ОСК. По результатам выполнения работ по теме язык XML стал стандартом при обмене информацией между организациями, в том числе между проектантами и заводами-строителями на предприятиях ОСК.

Были доработаны и согласованы с заводом-строителем XSD-схемы для передачи XML-представления не-обходимых типов КД. Затем проведена необходимая модернизация ИС АО «СПМБМ «Малахит». Доработанные программные модули по выпуску КД введены в промышленную эксплуатацию.

Использование обособленного модуля для процесса адаптации текущих схем XSD к ИС по выпуску КД позволило минимизировать вероятность возникновения ошибок в процессе формирования XML-представления спецификаций и ведомостей в конкретных модулях [27].

После успешного тестирования ТМ на стороне завода-строителя в ИС по выпуску КД были интегрированы программные модули по автоматическому формированию нового формата ТМ при изменении статуса разработки документа в ИС АО. На этом этапе возник ряд проблем, связанных с тем, что XSD-схемы накладывают повышенные требования к отдельным блокам данных, входящих ЭСИ КД. Например, в старом ТМ масса составных частей трубопроводных соединений в отдельных случаях передавалась в виде нулевого значения. Для преодоления указанных противоречий пришлось разработать и внедрить в ИС по выпуску КД дополнительную проверку корректности данных, используемых для формирования ТМ, что, в свою очередь, привело к дополнительной работе пользователей, которым

пришлось приводить данные в соответствие при очередной корректировке КД. Однако усиление контроля за корректностью формирования КД в конечном итоге положительно сказалось на качестве выпускаемой продукции.

После доработки ИС по выпуску КД, формирование нового формата ТМ было интегрировано в существующую схему обмена данных между ИС АО. В частности, была модернизирована библиотека загрузки данных КД в PLM-систему, использующуюся в АО «СПМБМ «Малахит» в части добавления функционала по обработке и отправке в PLM-систему сформированных ТМ в новом формате.

Данная библиотека последовательно выполняет следующие действия:

- а) проверяет наличие прав на отправку у пользователя, от имени которого осуществляется передача данных КД в PLM-систему;
- б) проверяет текущее состояние КД в PLM-системе;
- в) прикрепляет передаваемое XML-представление КД к документу в PLM-системе.

В рамках работ по теме XML были выполнены следующие задачи:

- согласованы с заводом-строителем правила применения существующих структур схем XSD, а также их расширения для XML-представления по 19 типам КД, выпускающихся в АО «СПМБМ «Малахит»;
- разработаны программные модули для формирования информации по всем типам КД, данные по которым передаются, в том числе в виде транспортного массива, в формате XML-файла;
- модернизированы ИС по выпуску КД в АО «СПМБМ «Малахит»;
- проведена синхронизация между ИС и PLM-системой АО.

В настоящий момент в АО используется 60-я версия схемы XSD по спецификациям верфи, 15-я версия схемы XSD по спецификациям МСЧ и 5-я версия схемы XSD по заказным ведомостям. Доработанные программные модули ИС по выпуску КД введены в промышленную эксплуатацию. Фрагмент транспортного массива спецификации в формате XML представлен на рисунке 7.

```

</PartPositionMechanical>
- <PartPositionMechanical id="part_mech_4">
  <Link id="link_13" toObject="material_3"/>
  <SoftTypeAssembly>40</SoftTypeAssembly>
  <SoftType>PartPositionDetail</SoftType>
  <Format>БЧ</Format>
  <PositionNumber>4</PositionNumber>
  <Name>Лист Лист Б-ПВ-О- 8 ГОСТ19903-74 А ГОСТ5521-93</Name>
  <Massa>2.512</Massa>
  <PurchaseListCode>0</PurchaseListCode>
  <Note>2,51 кг</Note>
</PartPositionMechanical>
- <PartMaterial id="material_1">
  <SoftType>Material</SoftType>
  <Number>00303653355</Number>
  <Name>Уголок В- 75x75x8 ГОСТ8509-93 А40S ГОСТ5521-93</Name>
  <ShortName>уголок</ShortName>
  <DimensionType>75x75x8</DimensionType>
  <StandardSize>ГОСТ8509-93</StandardSize>
  <Standard>ГОСТ5521-93</Standard>
  <MaterialGrade>А40S</MaterialGrade>
  <StandardGrade>ГОСТ5521-93</StandardGrade>
  <Unit>0006</Unit>
  <BaseUnit2>0166</BaseUnit2>
  <Coefficient>9.02</Coefficient>
  <Density>7850</Density>
</PartMaterial>
- <PartMaterial id="material_2">
  <SoftType>Material</SoftType>
  <Number>00303653247</Number>
  <Name>Уголок В- 63x63x6 ГОСТ8509-93 А40S ГОСТ5521-93</Name>
  <ShortName>уголок</ShortName>
  <DimensionType>63x63x6</DimensionType>
  <StandardSize>ГОСТ8509-93</StandardSize>
  <Standard>ГОСТ5521-93</Standard>
  <MaterialGrade>А40S</MaterialGrade>
  <StandardGrade>ГОСТ5521-93</StandardGrade>
  <Unit>0006</Unit>
  <BaseUnit2>0166</BaseUnit2>
  <Coefficient>5.72</Coefficient>
  <Density>7850</Density>
</PartMaterial>
- <PartMaterial id="material_3">
  <SoftType>Material</SoftType>
  <Number>00522890137</Number>
  <Name>Лист Б-ПВ-О- 8 ГОСТ19903-2015 А ГОСТ5521-93</Name>

```

Рисунок 7 – Фрагмент транспортного массива спецификации

Дальнейшие работы по теме XML в части поддержания и модернизации актуальных XSD-схем по верфи, МСЧ и ведомостям заказа, а также соответствующих программных модулей продолжают в настоящее время. Одной из последних доработок XSD-схем было добавление нового атрибута – код ОСК,

необходимость которого будет подробно рассмотрена в разделе 3. настоящей работы.

При внесении изменений в КД в судостроении руководствуются [28]. В соответствии с [29] ПИ — это временный документ, содержащий сведения, необходимые для внесения изменений в копии конструкторских (технологических) документов, находящихся в производстве и действующих до погашения их извещением об изменении или до переоформления в извещение об изменении, окончания срока действия или аннулирования.

В соответствии с [30] подлинники ПИ, выпущенные на заводе-строителе, направляются проектанту и представителю заказчика. В течении 30 дней со дня получения ПИ проектант и представитель заказчика должны подтвердить свое согласие на внесение изменений документов, а также сообщить срок выпуска извещения об изменении.

Сроки внесения изменений в КД, которые могут составлять более 30 дней, — неприемлемы, на основании чего было принято решение изменить процесс пересылки ПИ от завода строителя до проектанта.

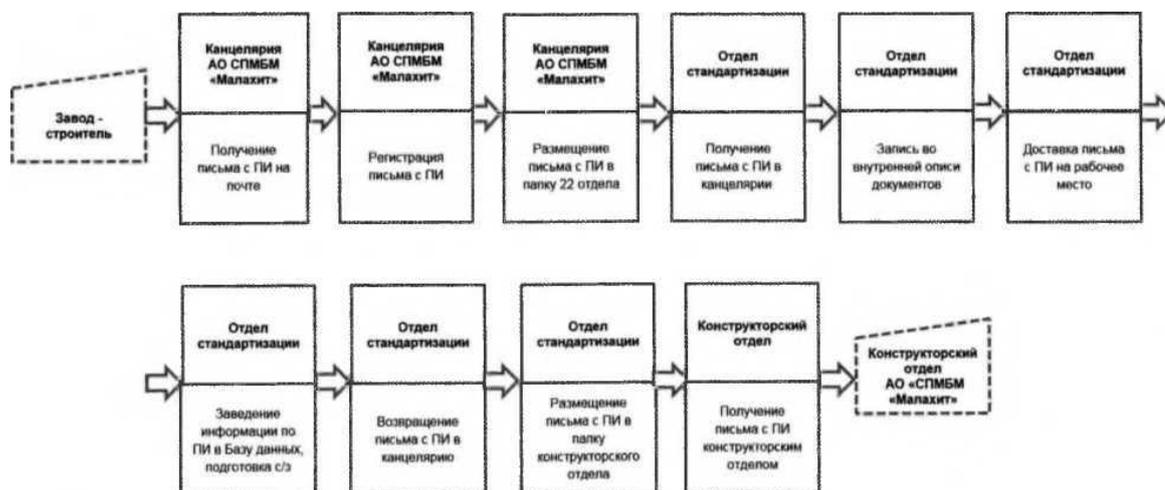


Рисунок 8 – Процесс регистрации поступившего в АО «СПМБМ «Малахит» ПИ и его отработки до улучшения

На рисунке 8 схематично представлен процесс регистрации и направления на обработку ПИ. Полученное ПИ в бумажном виде проходило все стадии регистрации, положенные входящей документации. ПИ регистрировались в порядке общей очереди с письмами и прочей корреспонденцией, получаемой АО. После регистрации ПИ попадало в ячейку отдела стандартизации — отдела, ответственного за определение заведования документа, на который предполагается выпуск ИИ. Отдел стандартизации осуществлял внутреннюю регистрацию ПИ, готовил служебную записку, а также размещал обработанное ПИ в папку конструкторского отдела, который должен был заниматься выпуском ИИ. Данный процесс предполагал длительное время. Обработка поступившего от завода-строителя ПИ могла занимать половину рабочего дня. В то же время необходимо отметить, что ПИ в бумажном виде от завода-строителя могло быть в пути до 7 рабочих дней.

В рамках развития производственной системы АО данный процесс был существенно оптимизирован (рис. 9). Основная идея улучшения — отказ от бумажной копии ПИ и отправка файла формата PDF копии ПИ с завода-строителя проектанту.



Рисунок 9 – Процесс регистрации поступившего в АО «СПМБМ «Малахит» ТИ и его отработки после улучшения

После оптимизации процесса ПИ подготавливается и сканируется группой технического сопровождения строящегося/ремонтируемого заказа и направляется в

АО в электронном виде. Канцелярия АО «СПМБМ «Малахит» направляет поступивший ZIP архив в адрес отдела стандартизации, после чего в системе электронного документооборота АО «СПМБМ «Малахит» создается информационный объект типа «ПИ», который направляется в адрес конструкторского отдела для выпуска ИИ.

Поступившее и зарегистрированное ПИ находится на контроле исполнения. Погашение ПИ происходит автоматически после выпуска конструкторским отделом ИИ. Документы типа ПИ и ИИ созданы в системе ЭДО АО «СПМБМ «Малахит» в виде связанных информационных объектов, и после прохождения ИИ в состояние «Выпущено» ПИ, на основании которого выпущено ИИ, переходит в состояние «Погашено».

В результате выполнения данного проекта по улучшению производственных процессов АО задолженность проектанта перед заводом сократилась с более чем 5000 тысяч извещений до 100— 1500 извещений в месяц [30].

По результатам совершенствования процесса прохождения ПИ от завода-строителя до конструктора, ответственного за его отработку, было исключено время ожидания пересылки ПИ почтой. В соответствии с концепцией бережливого производства были устранены такие виды потерь, как «избыточное ожидание», «ненужная транспортировка», а также «перепроизводство». Общее время процесса пересылки ПИ от ГТП до конструктора, ответственного за выпуск ИИ, сократилось с семи дней до полутора часов. Загрузка ПИ и запуск процесса по его отработке в системе ЭДО АО «СПМБМ «Малахит» позволяет контролировать исполнение погашения ПИ. На ежемесячной основе отдел стандартизации осуществляет выгрузку списка непогашенных ПИ и информирует конструкторские отделы о необходимости скорейшего их погашения выпуском ИИ.

Объем работ проектанта по подготовки информации для ее передачи в электронном виде зависит от количества разрабатываемой КД на СНИ.

Формирование ТМ осуществляется исключительно на основании информации, имеющейся в ИУС процессом проектирования. После получения заводом-изготовителем информации в виде транспортных массивов, начинается ее обработка в ИУС завода-изготовителя, с последующим делением по подсистемам, таким как ERP, АСУ ТП и прочими ИУС завода. Качество передаваемой проектантом информации значительно влияет на трудоемкость завода-изготовителя по выполнению работ по технологической подготовке производства и проведению закупочных компаний комплектующего оборудования.

2.2 Структурный анализ процесса обеспечения завода-изготовителя данными о комплектующих изделиях

В ходе разработки сложных наукоемких изделий, может быть разработано более 1000 конструкторских документов. Каждый из таких документов необходим заводу-изготовителю в возможно короткие сроки с целью организации закупочных компаний комплектующих изделий, организации технологической подготовки производства. С целью выявления рисков, которые могут возникать при информационном обмене, на основании информации, имеющейся в [31-34].

Рассмотрим основные современные нотации, методологии и стандарты описания бизнес-процессов:

- классическая нотация;
- классическая нотация с дорожками (Swimmer lanes);
- Методология ARIS;
- нотация BPMN;
- стандарт IDEF0.

Применение в рамках данного исследования классических нотаций, и нотаций с дорожками малоинформативно в виду их низкой структурированности и наглядности изображения. Методология ARIS и BPMN частично повторяет приемы и основные положения, применяемые при описании процессов методом классических нотаций.

Методология IDEF0 выбрана в виду нижеследующих преимуществ:

- полнота описания бизнес-процесса (управление, информационные и материальные потоки, обратные связи);
- комплексность при декомпозиции (мигрирование и туннелирование стрелок);
- возможность агрегирования и детализации потоков данных и информации (разделение и слияние стрелок);
- наличие жестких требований методологии, обеспечивающих получение моделей процессов стандартного вида;
- простота документирования процессов; соответствие подхода к описанию процессов в IDEF0 стандартам ISO 9000.

Рассмотрим процесс обеспечения завода изготовителя СНИ изображенный с применением методологии IDEF0, начиная с контекстной диаграммы, представленной на рисунке 10.

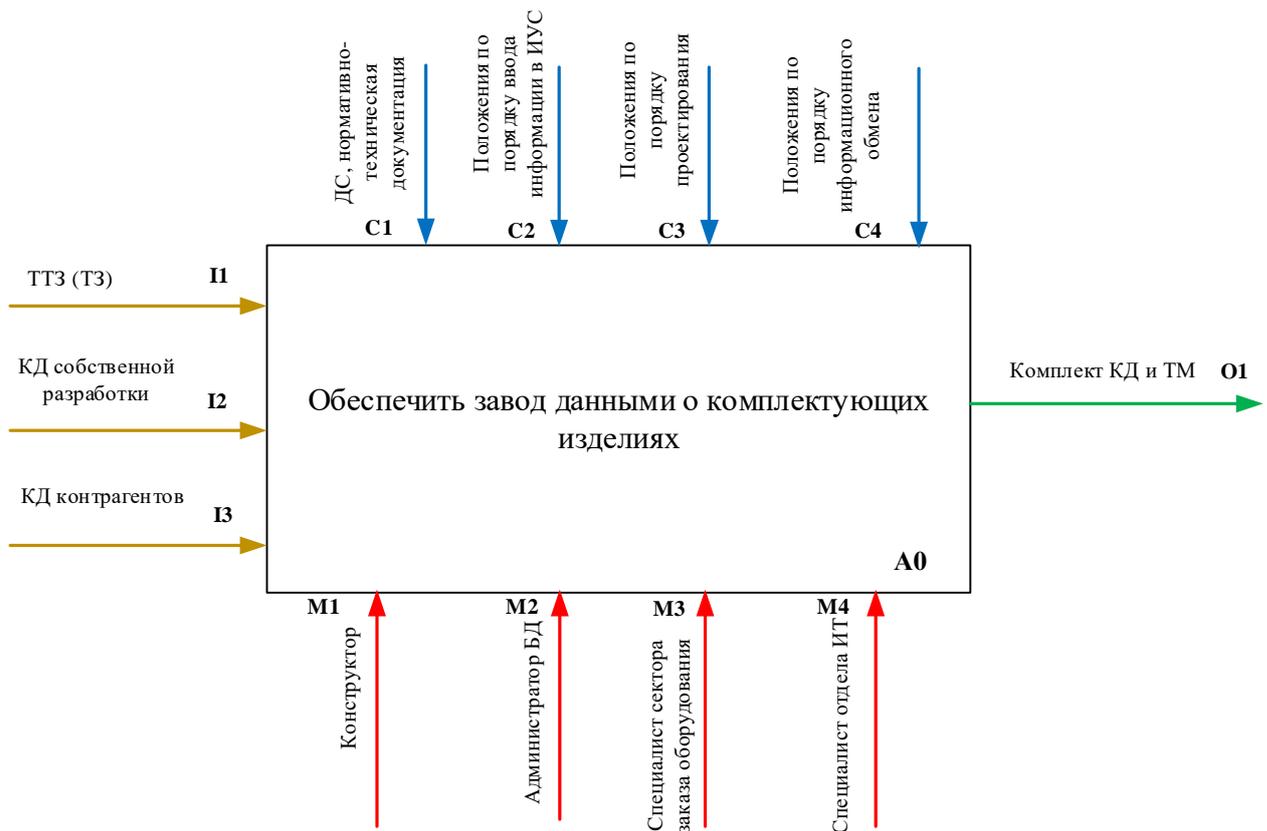


Рисунок 10 – Контекстная диаграмма процесса обеспечения завода изготовителя КД

Входными данными процесса являются требования ТТЗ (ТЗ), являющиеся исходными данными для проектирования, КД, которая разрабатывается головным проектантом изделия и КД контрагента на составные части проектируемого наукоёмкого изделия. При проектировании изделия руководствуются документами по стандартизации системы национальной, межгосударственной и военной стандартизации.

Для более детального изучения процесса проведена декомпозиция контекстной диаграммы (рисунок 11).

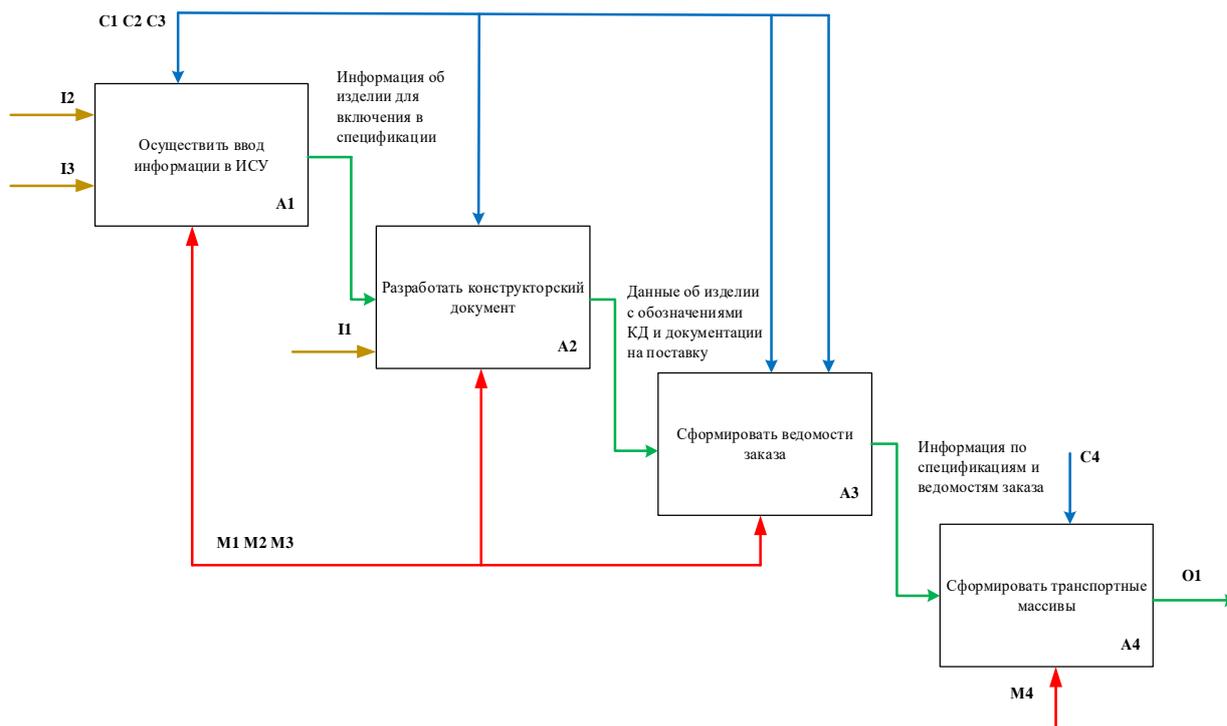


Рисунок 11 – Декомпозиция контекстной диаграммы A0

Процесс обеспечения завода данными о комплектующих изделиях, начинается с ввода информации в ИУС (узел A1) и является последовательным. В настоящее время, в большинстве наукоемких предприятий реализован DATA-центричный подход к проектированию, в основе которого лежит применение информации из единого, управляемого нормализованного источника. Вся информация об изделии начинает свой жизненный цикл на этапе A1, следовательно, на данном этапе возможно возникновение наибольшего количества ошибок. Для более детального изучения данного процесса, проведем декомпозицию узла A1.

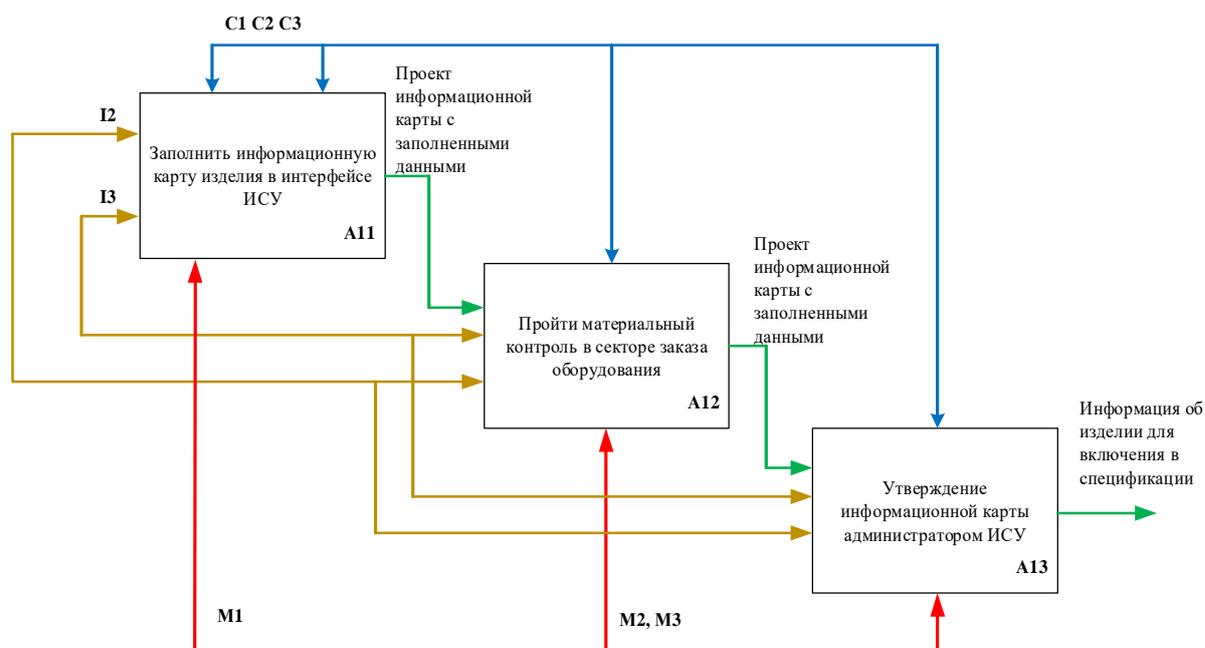


Рисунок 12 – Декомпозиция узла А1

Основной массив информации вводится конструктором на этапе А11 на стадии заполнения информационной карты изделия. Данные вводятся исходя из информации, имеющейся в КД собственной разработки (вх. данные I2) и в КД контрагента (вх. данные I3). На данном этапе заполняются атрибуты, представленные в таблице 2. Заполнение информационной карты начинается с таких атрибутов, как «Наименование и краткая техническая характеристика», «Обозначение по ЕСКД», «Обозначение старое».

В рамках выполнения работы по обеспечению завода изготовителя информацией об изделиях было установлено, что в документации по стандартизации, в частности в серии стандартов ЕСКД не предусмотрено обязательство разработчика присваивать уникальный идентификатор изделию. Перед проведением структурного анализа была разработана проблематика работы с НСИ об изделиях и материалах, приведенная в приложении А.

Рассмотрим на примере преобразователей давления ПДА-А, ПДИ-А, ПДД-А по ШЮГИ.460040.157ТУ. В соответствии с ШЮГИ.460040.157ТУ обозначение

исполнения преобразователя для записи в коде заказа определяется по следующей структуре:

ШЮГИ.406239.0[A][B]-[CC].[DD]

где [A], [B], [CC], [DD] - значения параметров изделия в соответствии с ТУ.

Несмотря на то, что разработчиком изделия максимально возможно учтена вариативность изделия, обозначение при заказе одной из его вариаций может выглядеть следующим образом: «Преобразователь давления ПДИ-А-С-1.6 МПа-4-2-мА(2)-СвДу8-16 - Т20 ШЮГИ.406239.020-06.19 по ШЮГИ.460040.157ТУ, кожух 232-3/22, кожух 232-3/14».

Исходя из примера обозначения при заказе, а также ШЮГИ.460040.157ТУ видно, что обозначением ШЮГИ.406239.020-06.19 не учитывается вся конфигурация заказываемого изделия (например, конфигурация кожуха или наличие/отсутствие свидетельства о чистоте). При применении данного изделия несколькими проектантами возможна различающаяся запись данного изделия в заказной документации, а также ошибки при заказе изделия.

В случае если на заводе-строителе строятся заказы нескольких ПКБ, возникает необходимость детального анализа заказываемых изделий из-за неимения универсального идентификатора, однозначно описывающего конфигурацию заказываемого изделия.

На основании вышеописанного примера была выдвинута гипотеза о том, что основные предпосылки к возникновению инцидентов в ходе информационного обмена возникают на этапе А11 из-за отсутствия у информационного объекта в виде ИК изделия уникального идентификатора. Для подтверждения данной гипотезы выполнен анализ и оценка рисков возникновения инцидентов в ходе информационного обмена на примере статистических данных.

2.3 Анализ статистических данных возникающих инцидентов

В рамках данной работы проведен анализ возникших инцидентов в ходе информационного обмена с тремя заводами-изготовителями наукоемких изделий. В период с 10.01.2022 г. по 10.01.2024 г. в ходе информационного обмена возникло 2832 инцидента. Инциденты информационного обмена проектанта регистрируются при помощи специализированного ПО а также, в виде писем от завода-изготовителя в системе электронного документооборота.

Распределение количества инцидентов и их классификация приведены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Статистика по инцидентам, возникающим в ходе информационного обмена

С данного количества была осуществлена выборка инцидентов связанных с уточнением характеристик оборудования, в частности таких характеристик, как «Наименование и краткая техническая характеристика», «Обозначение старое», «Обозначение по ЕСКД». Информация по инцидентам была отобрана по трем различным проектам, выполнявшимся за период 2022-2024 г. по различным

группам комплектующего оборудования, определенным [35]. Репрезентативность выборки определялась исходя из методологии описанной в [36-38].

Из 1243 инцидентов, инцидентов, связанных с уточнением данных атрибутов было выявлено 933.

В ходе анализа статистических данных по возникающим инцидентам в ходе информационного взаимодействия касающихся неполноты или некорректности передаваемых данных были установлены, как регрессионные зависимости количества возникающих инцидентов от количества неучтенных обозначениями КД характеристик, так и отсутствие какой-либо зависимости. Данные явления объясняются разнородностью оборудования и спецификой их КД. Диаграммы, содержащие уравнения регрессии, линии трендов для основных выявленных видов зависимости приведены на рисунках 14-16.

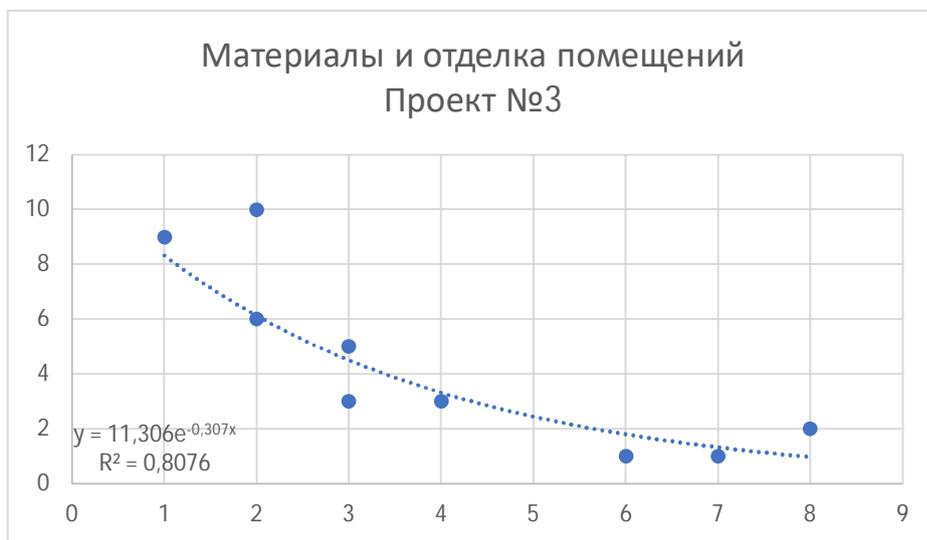
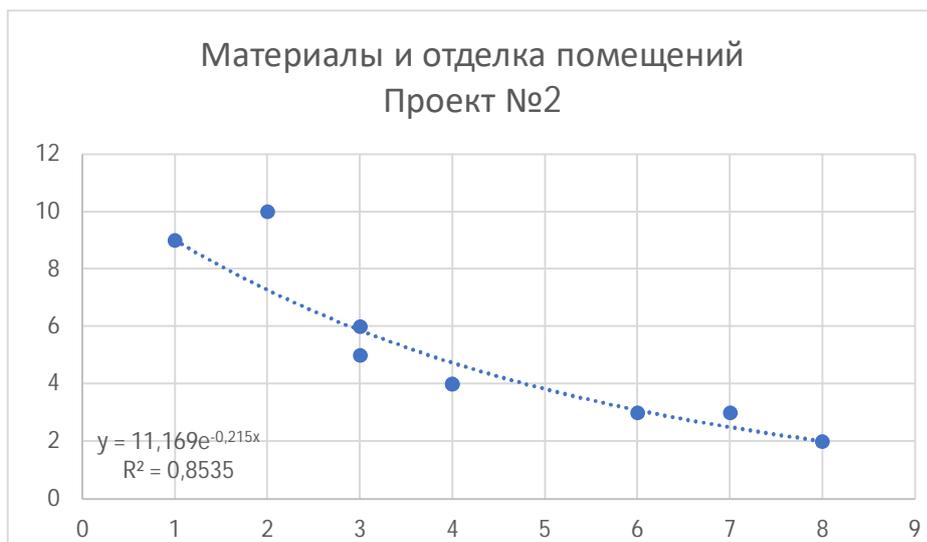
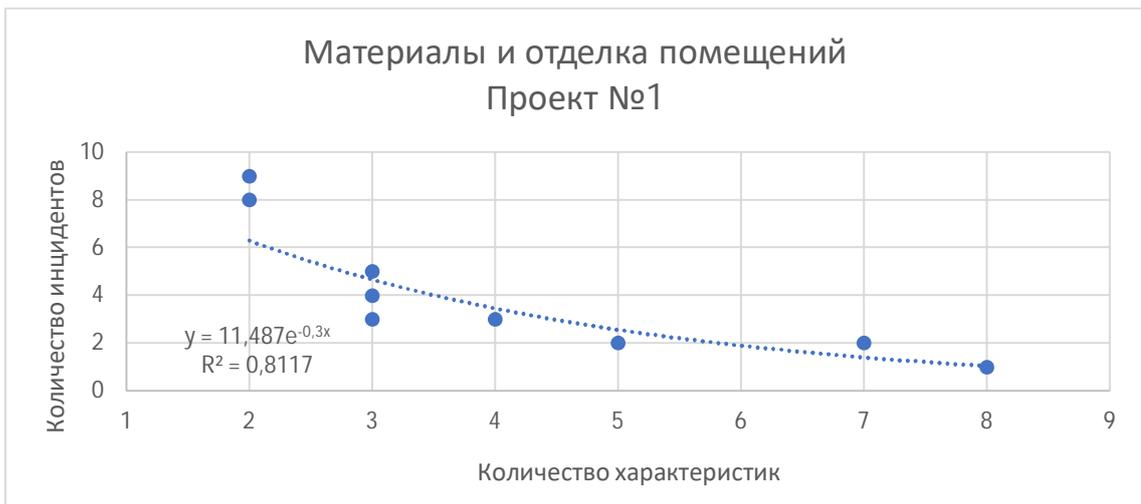


Рисунок 14 – Статистика возникновения инцидентов по группе «Материалы и отделка помещений»

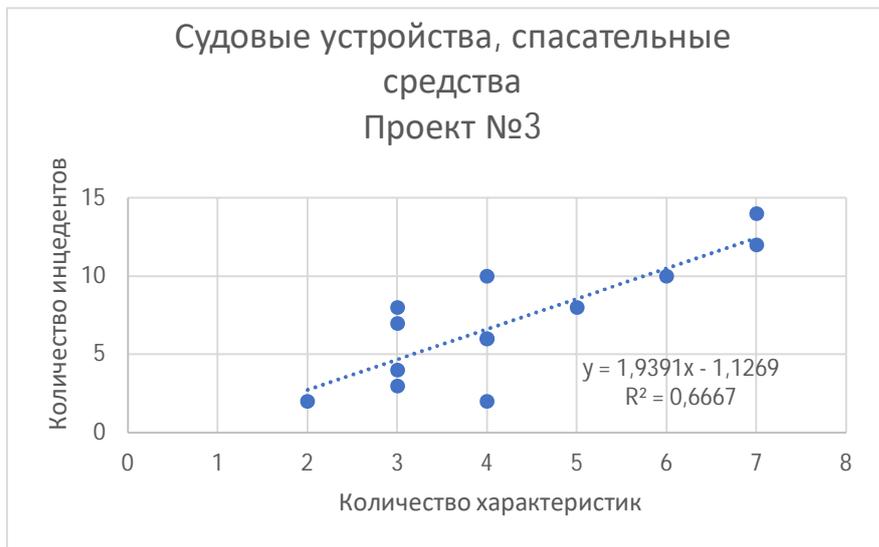
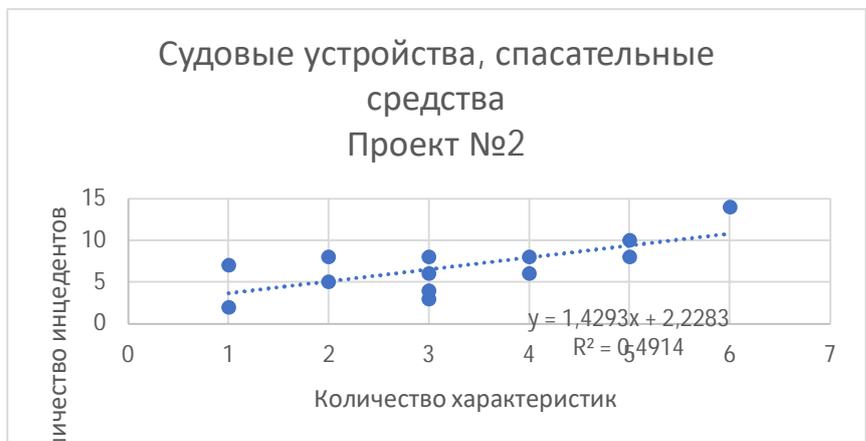
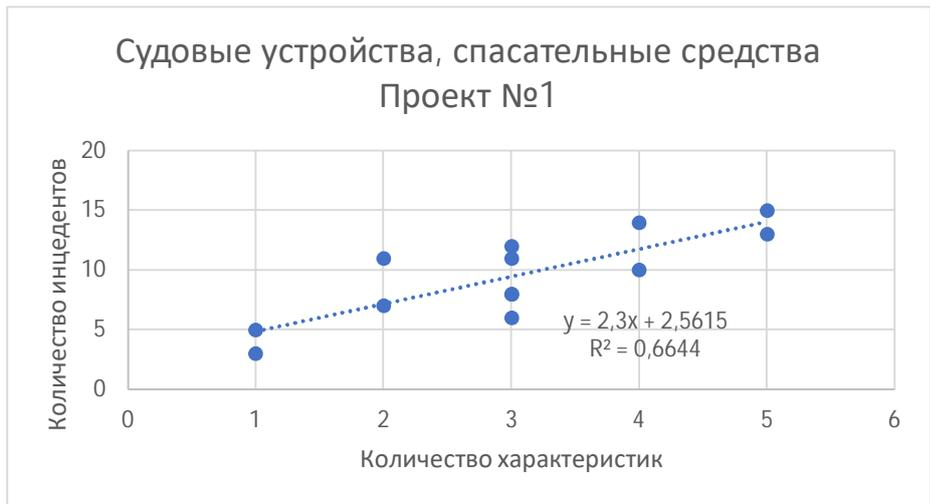


Рисунок 15 – Статистика возникновения инцидентов по группе «Судовые устройства, спасательные средства»

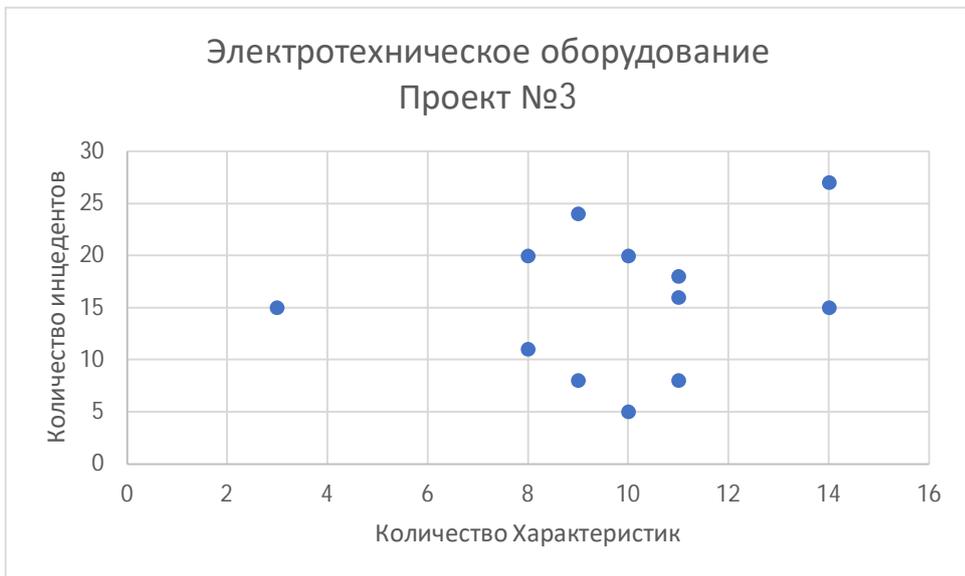
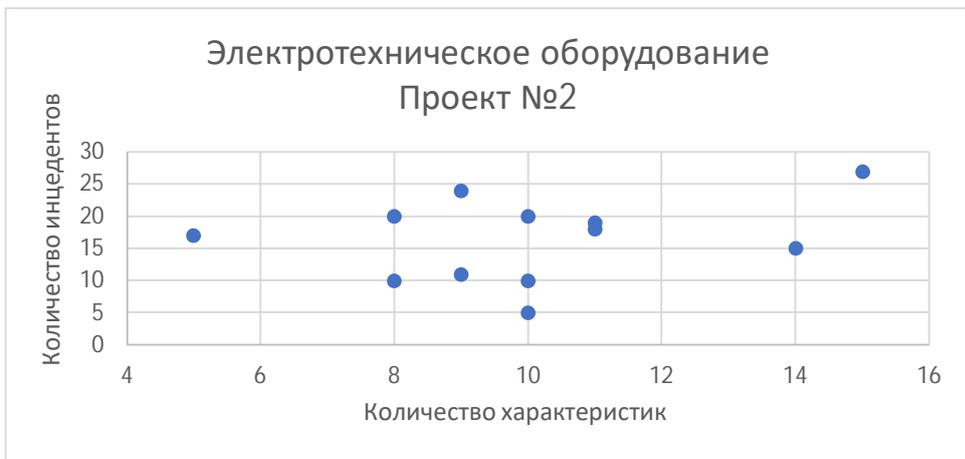
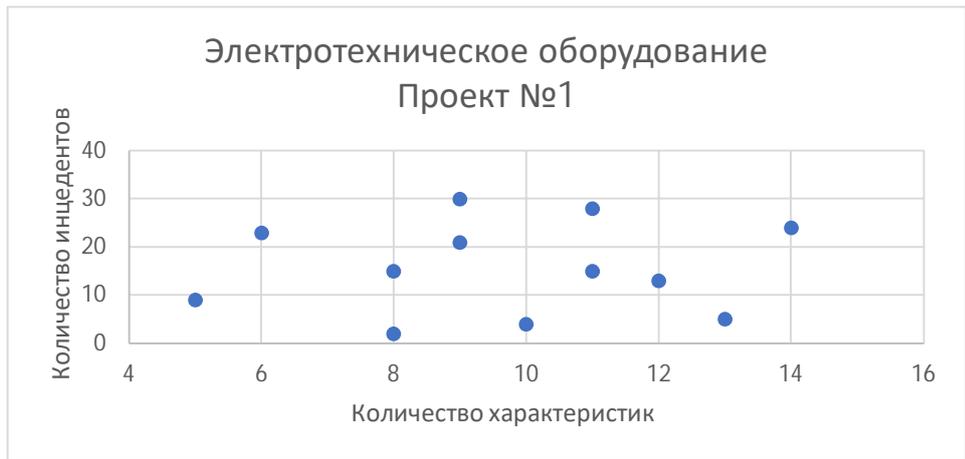


Рисунок 16 – Статистика возникновения инцидентов по группе
«Электротехническое оборудование»

Рисунок 16 – Статистика возникновения инцидентов по группе
«Электротехническое оборудование»

Рассмотрим подробнее установленные зависимости в ходе анализа статистических данных:

- экспоненциальная обратная, когда количество инцидентов с ростом количества неучтенных в КД характеристик уменьшается;

- прямая линейная, когда число инцидентов возрастает с увеличением количества неучтенных в КД параметров. Каждый из двух случаев показывает наличие сильной взаимосвязи результативного признака Y с исследуемым фактором X . Это подтверждается значением коэффициента детерминации, близким к единице по модулю 1 [39].

В ходе исследования установлено, что для группы «Электротехническое оборудование» зависимость количества инцидентов от количества неучтенных в КД характеристик отсутствует.

Основываясь на результатах проведенного анализа, можно сделать следующие выводы:

- в случае экспоненциальной обратной зависимости, когда количество неучтенных КД атрибутов возрастает, происходит снижение количества инцидентов, что объясняется высоким уровнем стандартизации изделий по данным группам оборудования. Коэффициент межпроектной унификации ($K_{му}$) для группы «Материалы и отделка помещений» составляет более 85%.

- прямая линейная зависимость в данном случае является отличительной чертой для вновь создаваемых, не освоенных заводом-изготовителем изделий ($K_{му} < 14\%$).

- в группе «Электротехническое оборудование» наблюдается отсутствие зависимости, что объясняется большим разнообразием применяемых в данной группе изделий, их неоднородностью и сложностью.

2.4 Анализ рисков, возникающих в ходе процесса обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией об изделии

На основании анализа статистических данных, а также, проведенного структурного анализа процесса обеспечения КД завода изготовителя СНИ целесообразно провести оценку рисков, возникающих в ходе данного процесса.

Технологии оценки риска используются в тех случаях, когда:

- требуется понимание того, какие риски существуют, или углубленное понимание конкретного риска;
- при необходимости выбора, сравнения и оптимизации альтернативных решений с учетом риска;
- в рамках процесса управления рисками, для выбора оптимальных методов обработки риска.

Технологии используются на этапах оценки риска для идентификации, анализа и сравнительной оценки риска, описанных в [40], и в целом, когда есть необходимость понять неопределенность и ее последствия.

Основная методология оценки рисков регламентирована [41-43].

Применительно к данному исследованию был выбран такой инструмент, как Матрица последствий/вероятности (матрица рисков или тепловая карта).

Данная технология имеет, как ряд достоинств:

- простота применения;
- обеспечивает возможность ранжирования рисков;
- обеспечивает четкое визуальное отображение относительной значимости риска по последствиям, вероятности или уровню риска;
- дает возможность сравнивать риски с возможными типами последствий.

В то же время у данной технологии имеется ряд ограничений:

- качественная разработка матрицы требует компетентного и опытного составителя;

- сложность определения шкал, применимых к различным обстоятельствам;
- достоверность оценок рисков зависит от того, насколько хорошо разработаны и откалиброваны шкалы;
- для определения последствий требуется одно индикативное значение, тогда как во многих ситуациях возможен диапазон значений последствий, и от этого зависит ранжирование риска;
- для правильного ранжирования требуется последовательное формулирование рисков (чего трудно достичь);
- каждый рейтинг будет зависеть от способа описания риска и уровня детализации (то есть, чем более подробно описание, тем выше количество выявленных сценариев реализации, каждый из которых и

В соответствии с анализом, проведенным по методологии IDEF0, составлена сводная матрица рисков по всем этапам процесса обеспечения завода изготовителя СНИ информацией об изделиях и, на основе статистики были оценены вероятности возникновения инцидентов. Также, была проведена оценка тяжести последствий инцидента для всего процесса обеспечения завода информацией об изделиях.

Сводная матрица рисков приведена в таблице 4.

Таблица 4. Сводная матрица рисков

Стадия процесса	Риск, номер	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Величина риска
Заполнение информационной карты А11	R1. Опечатка при вводе данных по характеристикам	0,4	0,2	Незначительный
Заполнение информационной карты А11	R2. Неполнота данных по характеристикам, неучитываемым обозначением	0,8	0,8	Требует внимания

Стадия процесса	Риск, номер	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Величина риска
Заполнение информационной карты А11	R3.Неполнота данных по имеющимся техническим характеристикам	0,6	1	Требуется внимания
Заполнение информационной карты А11	R4.Ввод информации по неуправляемой ТД	0,4	1	Незначительный
Заполнение информационной карты А11	R5. ИК введена по неоткорректированному чертежу	0,6	0,8	Требуется внимания
Материальный контроль А12	R6.Прохождение контроля ИК с опечаткой в одной из технических характеристик	0,8	0,2	Требуется внимания
Материальный контроль А12	R7. Прохождение контроля ИК с неполными данными по характеристикам, неучитываемым обозначением	0,2	1	Требуется внимания
Материальный контроль А12	R8.Прохождение контроля ИК с неполными данными по имеющимся техническим характеристикам	1	0,2	Требуется внимания

Стадия процесса	Риск, номер	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Величина риска
Материальный контроль А12	R9. Прохождение контроля ИК введенной по информации на основе неуправляемой ТД	0,4	0,2	Требуется внимания
Материальный контроль А12	R10. Прохождение контроля ИК введенной по неоткорректированному чертежу	0,8	0,4	Требуется внимания
Утверждение информационной карты администратором ИСУ А13	R11. Утверждение ИК с опечаткой в одной из технических характеристик	0,8	0,2	Требуется внимания
Утверждение информационной карты администратором ИСУ А13	R12. Утверждение ИК с неполными данными по характеристикам, неучитываемым обозначением	0,8	1	Критичный
Утверждение информационной карты администратором ИСУ А13	R13. Утверждение ИК с неполными данными по имеющимся техническим характеристикам	0,2	1	Незначительный

Стадия процесса	Риск, номер	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Величина риска
Утверждение информационной карты администратором ИСУ А13	R14. Утверждение ИК введенной по информации на основе неуправляемой ТД	0,8	1	Критичный
Утверждение информационной карты администратором ИСУ А13	R15. Утверждение ИК введенной по неоткорректированному чертежу	1	0,8	Критичный
Разработка КД А2	R16. Применение в КД с опечаткой в одной из технических характеристик	1	1	Критичный
Разработка КД А2	R17. Применение в КД неполных данных по характеристикам, неучитываемым обозначением	1	0,2	Незначительный
Разработка КД А2	R18. Утверждение ИК с неполными данными по имеющимся техническим характеристикам	1	0,6	Требует внимания
Разработка КД А2	R19. Применение в КД ИК на	1	1	Критичный

Стадия процесса	Риск, номер	Вероятность возникновения	Тяжесть последствий	Величина риска
	основе неуправляемой ТД			
Разработка КД А2	R20.Применение в КД ИК на основе не откорректированной ТД	1	1	Критичный
Разработка Ведомостей заказа оборудования А3	R21.Применение в Ведомостях ИК с опечаткой в одной из технических характеристик	0,6	0,2	Требует внимания
Разработка Ведомостей заказа оборудования А3	R22. Применение в ВЗ неполных данных по характеристикам , неучитываемым обозначением	1	1	Критичный
Разработка Ведомостей заказа оборудования А3	R23.Применение в ВЗ ИК с неполными данными по имеющимся техническим характеристикам	1	0,2	Незначительный
Разработка Ведомостей заказа оборудования А3	R24.Применение в ВЗ ИК на основе неуправляемой ТД	1	1	Критичный
Разработка Ведомостей заказа оборудования А3	R25.Применение в ВЗ ИК с ИК на основе не откорректированной ТД	1	1	Критичный

Для наглядного представления и общей оценки рисков, возникающих на конкретных этапах процесса, составлены частные матрицы рисков (тепловые карты) для каждого подпроцесса, представленного на декомпозициях диаграммы IDEF0 (раздел 2.2).

Частные матрицы приведены в таблицах 5-9.

Таблица 5. Матрица рисков для этапа A11

Вероятность возникновения	5 Риск случится практически со 100% вероятностью		R17		R18		R16 R19 R20
		1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
	4 Весьма вероятно	0,8	0,16	0,32	0,48	0,64	0,8
	3 Средняя вероятность	0,6	0,12	0,24	0,36	0,48	0,6
	2 Малая вероятность	0,4	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4
	1 Практически не возникает	0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2
			0,2	0,4	0,6	0,8	1
		Незначительное	Минимальное	Среднее	Критичное	Очень сильное	
Тяжесть последствий							

Таблица 6. Матрица рисков для этапа A12

Вероятность возникновения	5 Риск случится практически со 100% вероятностью		R21				R22 R24 R25
		1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
	4 Весьма вероятно	0,8	0,16	0,32	0,48	0,64	0,8
	3 Средняя вероятность	0,6	0,12	0,24	0,36	0,48	0,6
	2 Малая вероятность	0,4	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4
	1 Практически не возникает	0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2
			0,2	0,4	0,6	0,8	1
		Незначительное	Минимальное	Среднее	Критичное	Очень сильное	
Тяжесть последствий							

Таблица 7. Матрица рисков для этапа А13

Вероятность возникновения	5 Риск случится практически со 100% вероятностью	1	0,2	0,4	0,6	R2	0,8	1
	4 Весьма вероятно	0,8	0,16	0,32	0,48		0,64	0,8
	3 Средняя вероятность	0,6	0,12	0,24	0,36	R5	0,48	R3
	2 Малая вероятность	0,4	R1	0,08	0,16	0,24	0,32	R4
	1 Практически не возникает	0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2	
			0,2		0,4	0,6	0,8	1
			Незначительное	Минимальное	Среднее	Критичное	Очень сильное	
Тяжесть последствий								

Таблица 5. Матрица рисков для этапа А2

Вероятность возникновения	5 Риск случится практически со 100% вероятностью	1	R8	R10	0,6		0,8	1
	4 Весьма вероятно	0,8	R6	0,16	0,32	0,48	0,64	0,8
	3 Средняя вероятность	0,6		0,12	0,24	0,36	0,48	0,6
	2 Малая вероятность	0,4	R9	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4
	1 Практически не возникает	0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	R7	0,2
			0,2		0,4	0,6	0,8	1
			Незначительное	Минимальное	Среднее	Критичное	Очень сильное	
Тяжесть последствий								

Таблица 5. Матрица рисков для этапа А3

Вероятность возникновения	5 Риск случится практически со 100% вероятностью	1		0,4	R15	0,6	0,8	1
	4 Весьма вероятно	0,8	R11	0,16	0,32	0,48	0,64	R12, R14
	3 Средняя вероятность	0,6		0,12	0,24	0,36	0,48	0,6
	2 Малая вероятность	0,4	R13	0,08	0,16	0,24	0,32	0,4
	1 Практически не возникает	0,2	0,04	0,08	0,12	0,16	R13	0,2
			0,2		0,4	0,6	0,8	1
			Незначительное	Минимальное	Среднее	Критичное	Очень сильное	
Тяжесть последствий								

По результатам проведенного анализа рисков было выявлено, что частота возникновения рисков носит накопительный характер. Тяжесть последствий возникающих рисков возрастает после прохождения контролей ввода информации к этапу формирования ведомостей заказа оборудования.

На основании полученных результатов целесообразно разработать ряд корректирующих действий, одним из которых является оптимизация процесса обеспечения завода изготовителя СНИ информацией о комплектующем оборудовании, в части этапов формирования транспортного массива спецификаций.

2.5 Оптимизация процесса обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией об изделии

В качестве математической модели, описывающий процесс обеспечения завода изготовителя СНИ информацией о комплектующем оборудовании использована теория графов. Применение ориентированных графов для оптимизации взаимодействия участников производственных процессов является общепризнанным методом и детально описано в работах Кузьбожева Э.Н. и Бабич Т.Н. [44-46], а также у других авторов [47-50]. Теория графов может быть использована для разработки модели процесса формирования и утверждения информационной карты изделия в процессе подготовки информации для ее передачи в электронном виде на завод изготовитель с применением ИУС. Применение теории графов, применительно к методологии проектирования автоматизированных систем управления разработками подробно описано Зиминим Ю.К. [51].

$$E = \{V_1, V_2 \dots V_i\}, \quad (4)$$

где V_1, V_2, V_i – вершины графа, представляющие стадии процесса.

Взаимосвязь этапов процесса обеспечения завода информацией о применяемых изделиях опишем через отображение Γ , которое в сочетании с

множеством E образует граф (рис. 10), где E – множество этапов формирования информации для завода-изготовителя, Γ – множество информационных связей между данными этапами.

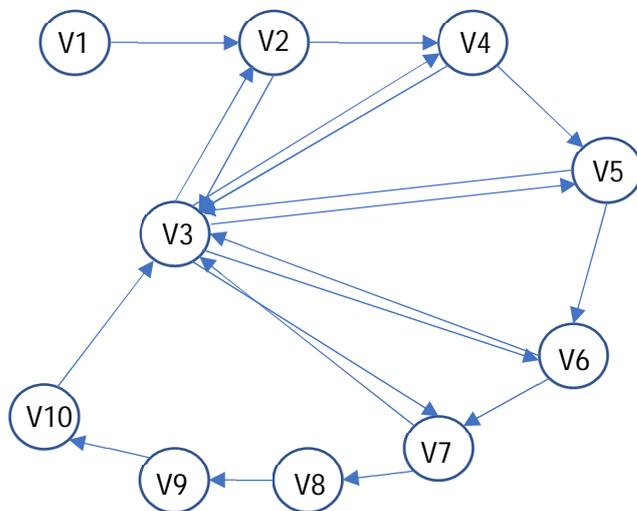


Рисунок 17 – Граф, отображающий взаимодействие этапов процесса обеспечения завода информацией о применяемых изделиях

С целью обеспечения согласованности этапов процесса формирования данных, подлежащих отправке на завод-изготовитель, был применен метод выделения внутренних устойчивых подмножеств (метод Мальгранжа). Использование данного метода обеспечило стандартизированное прохождение стадий формирования транспортного массива спецификации.

С целью обеспечения согласованности этапов процесса формирования данных, подлежащих отправке на завод-изготовитель, был применен метод выделения внутренних устойчивых подмножеств (метод Мальгранжа). Использование данного метода обеспечило стандартизированное прохождение стадий формирования транспортного массива спецификации.

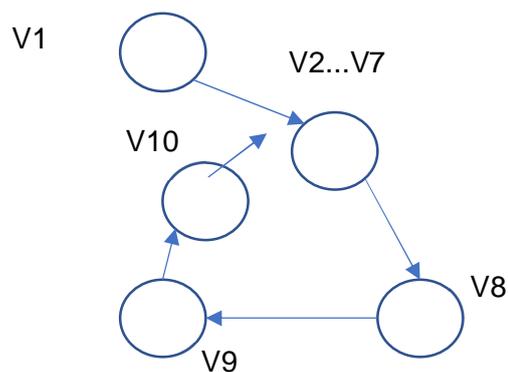


Рисунок 11 – Граф, преобразованный методом Мальгранжа

В результате применения метода Мальгранжа получен ациклический граф G :

$$G = (E, \hat{\Gamma}^{-}) \quad (5)$$

где E – множество этапов формирования информации для завода-изготовителя (вершин графа), $\hat{\Gamma}^{-}$ – обратное его отображение.

Далее проведена дальнейшая сортировка графа с использованием матрицы смежности. Последовательные значения, соответствующие стадиям прохождения контроля информации и последовательные значения, соответствующие итерациям алгоритма приведены на рисунке 12. При этом прочерки соответствуют вершинам, не принадлежащим множеству (замаскированные вершины) на соответствующем этапе алгоритма.

	V ₁	V _{2...V7}	V ₈	V ₉	V ₁₀	
V ₁		1				L ₀ ={V ₁ ,V ₁₀ }
V _{2...V7}			1			
V ₈				1		L ₂ ={V _{2...V7} }
V ₉					1	
V ₁₀		1				

Рисунок 12 – Матрица смежности вершин и последовательность итерации алгоритма Демукрона

Граф, разделенный на уровни значимости по методу Демукрона приведен на рисунке 13.

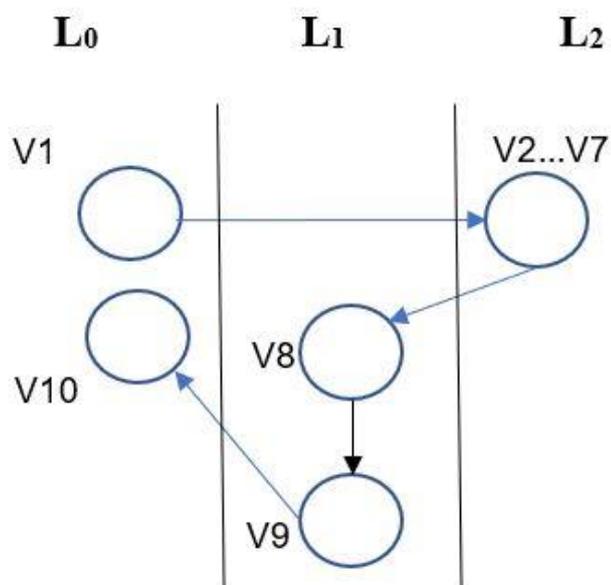


Рисунок 13 – Граф, разделенный по уровням значимости

Преобразованный граф был использован в качестве основной модели процесса прохождения стадий жизненного цикла ИК о применяемом комплектующем оборудовании. Главный результат, полученный по результатам корректировки процесса, заключается в осуществлении взаимодействия внутри одного устойчивого подмножества в режиме реального времени, что является основным фактором при повышении результативности процесса обеспечения завод-изготовитель необходимой информацией.

Метод структурного анализа для выявления критических этапов процесса, приведенный во втором разделе, метод оценки рисков, а также метод регрессионного анализа позволили выявить критические позиции в процессе информационного обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией об изделиях, а также, подчеркнули необходимость разработки процедуры совершенствования структуры информационно-управляющей системы с применением универсального идентификатора. Применённая теория графов, после

преобразования графа, отображающего взаимодействие этапов процесса обеспечения завода информацией о применяемых изделиях по методу Мальгранжа и его разделения на уровни значимости по методу Демукрона определила основную структуру центра, задачей которого будет являться однозначная идентификация изделий при помощи универсального кода-идентификатора.

В результате, полученная методика оценки и сокращение рисков информационного обмена с применением информационно-управляющей системы позволила сократить время прохождения контроля правильности заполнения атрибутов информационного объекта в ИУС проектанта с 1 ч. 25 мин, до 36 минут.

2.6 Выводы по разделу 2

В разделе 2 работы достигнуты следующие промежуточные результаты исследования:

1. Описаны методы обмена информации, применяемые при создании СНИ.
2. Проведен структурный анализ процесса обеспечения завода-изготовителя информацией о комплектующем оборудовании, выявлены критические стадии данного процесса.
3. Выполнен анализ рисков информационного обмена и проведено сопоставление данных рисков со статистическими данными
4. Разработана математическая модель процесса обеспечения завода-изготовителя при помощи теории графов.

Полученная методика оценки и сокращения рисков информационного обмена с применением информационно-управляющей системы позволила сократить время прохождения контроля правильности заполнения атрибутов информационного объекта в ИУС проектанта с 1 ч. 25 мин, до 36 минут.

3 АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ИСПОЛЪЗУЕМОЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

3.1 Целевое состояние информатизации процесса создания СНИ

Работы по созданию сложных наукоемких изделий, таких, как изделия авиационной, космической, надводной и подводной морской техники предполагают постоянное и непрерывное взаимодействие проектанта и завода изготовителя на каждом из этапов проектирования и изготовления изделия, а также, предполагают масштабную кооперацию предприятий промышленности и научно-исследовательских организаций. Традиционная модель взаимодействия, предполагающая передачу КД на завод-изготовитель и обратную связь в виде предварительных извещений, а также, решение проблемных вопросов группой технической помощи изготовлению весьма ограничена и не подразумевает гибкого подхода, который является неотъемлемой частью современных концепций проектного управления [52-55].

Рассмотрим, как должна выглядеть модель взаимодействия проектанта сложного наукоемкого изделия с заводом-изготовителем на ранних стадиях проектирования.

Активное взаимодействие заводов изготовителей проектанта начинается с этапа технического проектирования (далее – ТП) [56]. Целью этапа разработки ТП является выявление окончательных технических решений сложному наукоемкому изделию, дающих полное представление о его конструкции и принципиальных технологических решений по его изготовлению в промышленных условиях.

В рамках перспективной подготовки и освоения производства наукоемкого изделия, завод-изготовитель должен изучить и учесть все особенности его конструкции, предлагаемых к применению новых не освоенных заводом

материалов, а также новых образцов комплектующего оборудования. Разработка новых технологических процессов, организация производственных линий (при необходимости - постройка новых цехов, эллингов), оценка объемов имеющейся загрузки предприятия с учетом перспективного строительства - все эти процессы занимают длительный срок и безусловно, исходными данными для выполнения данных работ являются материалы ТП перспективного изделия, которые в свою очередь должны учитывать особенности завода, на котором предполагается его изготовление.

Необходимо отметить, что в процессе проектирования, а также подготовки к изготовлению необходимо участие заказчика с самых ранних этапов разработки ТП не только как наблюдающего. Так, например, исходя из зарубежного опыта создания подводных лодок типа «*Virginia*» заказчик входил в рабочую группу по проекту и принимал активное участие, как в решении технических вопросов, так и вопросах финансирования, в части объемов и сроков, что позволило существенно сократить общий срок согласования проектных материалов. Взаимодействие с заказчиком осуществлялось в режиме реального времени. Заказчику были доступны все материалы проекта [58].

Для эффективного взаимодействия проектанта и завода-изготовителя, а также, заказчика в начале работ по созданию ТП должно создаваться единое информационное пространство завода и проектанта. В данное пространство проектантом должны выгружаться материалы ТП, необходимые заводу, по мере их подготовки. Такими материалами в первую очередь должны быть, общая принципиальная технология изготовления изделия, расчеты стоимости и трудоемкости изготовления, предварительные ведомости заказа материалов, и комплектующего оборудования, а также, генеральная схема узловых событий создания головного заказа (применимо к судостроению). По каждому из элементов, выгруженных в данное информационное пространство, должна быть организована

обратная связь, в ходе реализации которой проектантом, заводом и заказчиком должно быть принято согласованное решение. Схематично описанный порядок представлен на рисунке 14.

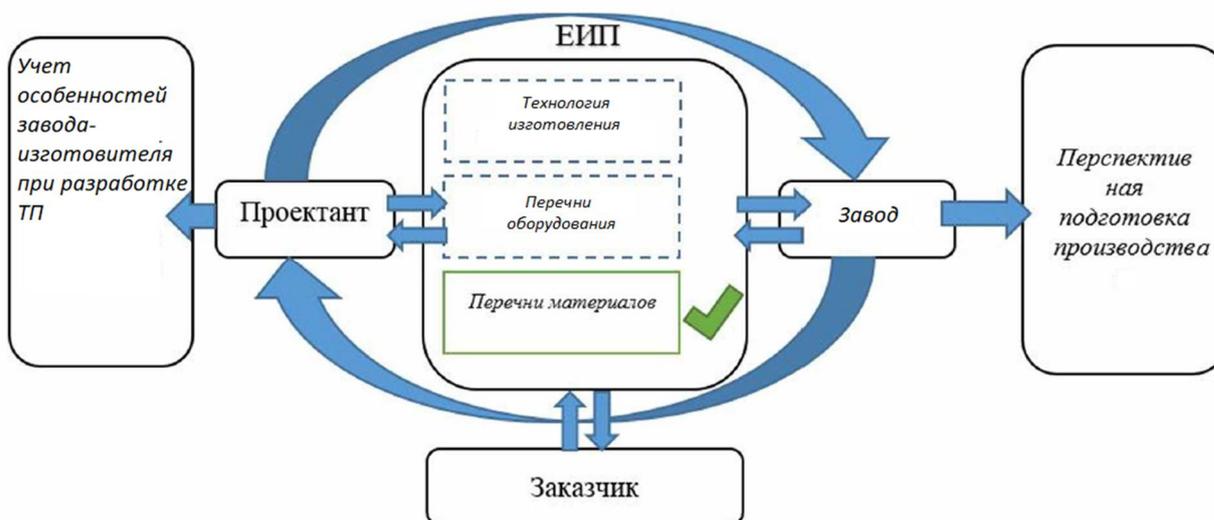


Рисунок 14 – Схематичное представление процесса информационного обмена «Проектант-завод-заказчик»

Необходимо отметить, что в проектной организации создание ЕИП является процессом создания стандартизированных информационных потоков и накопления корпоративной базы знаний. Сам процесс формирования ЕИП имеет множество ступеней, и происходит он не в одно и то же время. Это является процессом, а не случайностью. В первую очередь стоит отметить, что структура данного процесса зависит от отрасли проектирования объектов. Статья [59] содержит подробное описание различий терминологии и принципов в различных областях проектирования. В данной статье описывается опыт создания ЕИП в организации, которая занимается проектированием сложных наукоемких объектов. ЕИП представляет собой совокупность баз и банков данных, информации и знаний, технологий их ведения и использования, информационных систем и телекоммуникационных сетей, функционирующих на основе единых принципов и

по общим правилам, обеспечивающим информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей [60].

Как показывает практика, большинство крупных проектов по разработке авиационной, космической, надводной и подводной морской техники, ведутся с использованием автоматизированной системы управления данными об изделии [61-64], а технологическая подготовка производства на крупном предприятии, невозможна без использования единой автоматизированной системы технологической подготовки производства.

Таким образом, подтверждается необходимость наличия у информационного объекта уникального идентификатора, позволяющего однозначно определять информационный объект в рамках ЕИП.

В настоящее время, одномоментный переход на концепцию единого информационного пространства невозможен по ряду причин, таких, как отсутствие необходимой сетевой инфраструктуры и отсутствия каких-либо документов по стандартизации, регламентирующих требования к информационным системам обмена данными в реальном времени.

Основным информационным объектом, передаваемым от проектанта к заводу изготовителю СНИ является запись о комплектующем оборудовании, применяемом в составе СНИ. Необходимость однозначной идентификации таких информационных объектов описана в [16, 56].

3.2 Подбор и обоснование вида уникального идентификатора для объекта ИУС

Во втором разделе работы было выявлено, что наиболее часто возникающие инциденты, повторное возникновение которых повторится с высокой долей вероятности, связаны с отсутствием в конструкторской документации характеристики, однозначно определяющей конфигурацию оборудования. Решением данной проблемы будет служить создание отраслевых центров по кодированию комплектующего оборудования, которые будут использовать набор атрибутов, определенный в первом разделе работы.

Идея создания данных центров – присвоение уникального идентификатора информационному набору по результатам обработки записи о применяемом оборудовании. После получения такой записи в информационной системе отраслевого центра, данная запись может быть применена в смежных системах проектантов и служить как минимальный набор информации об изделии, позволяющий в режиме реального времени осуществлять проектно-конструкторские работы с применением данного изделия, с минимизацией рисков, касающихся неточности в конфигурации данного оборудования.

Идентификационный номер — это уникальный код или идентификационный номер, который присваивается каждому объекту или пользователю в системе. С помощью можно точно определить сущность среди других объектов, а также получить быстрый доступ к ее данным [65].

Традиционно, во многих отраслях промышленности идентификационные номера выстраивались на базе классификаторов различной иерархической сложности. Достоинства и недостатки классификаторов были подробно рассмотрены в [16].

Проанализировав ИУС трех проектных организаций и заводо-изготовителей, было установлено, что применяемые в организациях ИУС, в части идентификации объектов не используют какой-либо из классификаторов, таких, как [12, 14]. Применение сложных иерархических структур в ходе классификации не востребовано.

Идентификатор необходим для точной идентификации объекта или пользователя информационной системе. Он обеспечивает быстрый доступ к данным объекта и помогает отличить его от других объектов. В информационных системах ID имеет большое значение поскольку упрощает процесс идентификации.

Для реализации цели исследования, информационному объекту ИУС необходим номер, который будет являться уникальным, не вызывающим повторов.

Одним из вариантов, рассматриваемых в рамках исследования был идентификатор типа UUID - *universally unique identifier*, вселенски уникальный идентификатор.

Функционирование UUID состоит в следующем - для числа достаточной разрядности диапазон различных представимых значений значительно больше числа объектов, которые требуют перенумерования. Например, число 10100 настолько велико, что им невозможно выразить никакого известного физического понятия. Даже число электронов во Вселенной измеряется порядком 10^{87} , стало быть, если для такого числа определить случайную хэш-функцию, которая бы более-менее равномерно выдавала значения из диапазона, то из-за огромности общего числа значений вероятность их совпадения будет невелика.

UUID и есть такое длинное двоичное 128-разрядное число и определённый к нему алгоритм вычисления хэш-функции. Алгоритм этот для большей надёжности использует ряд действительно случайных значений. Например, в подсчете используется показание внутреннего таймера машины, некоторые параметры BIOS

а, уникальный идентификатор сетевой карты. Математически доказано, что вероятность того, что на достаточно большом интервале времени вычисления этой хэш-функции дадут совпадающие значения практически равна нулю.

Компания Microsoft взяла на вооружение эту идею и этот объект без изменения, только назвала его немного по другому - GUID, т.е. globally unique identifier, глобально уникальный идентификатор.

GUID и применяется там, где в модели COM требуется уникально обозначить некое понятие. Обычно, обозначаемых ими понятий два - идентификатор класса, называемый CLSID и идентификатор интерфейса, называемый IID.

Для вычисления UUID/GUID платформа Win32 имеет функции API UuidCreate и CoCreateGuid, которые вычисляют значение и предоставляют его вызвавшей программе, т.е. этим сервисом может воспользоваться любая программа исполняющаяся в определенном контуре информационных систем

GUID (и, соответственно, CLSID, IID и т.д) имеет несколько нотаций записи и форм представления, поскольку длинное 128-битовое число в существующих системах не может быть представлено как одна простая сущность.

Таким образом, в рамках исследования считается целесообразным в качестве уникального идентификатора использовать GUID в виду описанных выше достоинств.

3.3 Разработка алгоритмического и информационного обеспечения центра управления НСИ МТР

В рамках данного исследования разработано алгоритмическое обеспечения центра управления НСИ МТР. Основной функцией данного центра является создание уникальной, нормализованной записи с уникальным идентификатором. Ниже приведен набор алгоритмов работы данного центра.

Одной из актуальных проблем на начальных этапах жизненного цикла разработки информационных систем является формирование требований к системе, корректно и точно отражающих цели и задачи заказчика. Для успешной реализации проекта разработки информационной системы, отвечающей целям и задачам заказчика, нужно выяснить требования заказчиков к системе и преобразовать их на язык формальных моделей так, чтобы обеспечить соответствие целям и задачам организации. Для этого необходимо использовать наиболее эффективные методы преобразования требований в формальные модели. Данные методы, в частности метод формирования алгоритмов, гибридных диаграмм деятельности и псевдокода подробно описаны в [66-68].

3.3.1 Определение бизнес-ролей участников взаимодействия

Разработке алгоритмов работы с системой предшествовало определение бизнес-ролей участников взаимодействия с ней. Основные бизнес-роли, применяемые далее в алгоритмах приведены в таблицеб.

Таблица 6. Бизнес роли участников процесса взаимодействия ИУС

№	Бизнес-роль	Функции
1	Специалист по работе с НСИ организации-члена кооперации (абонент)	Работник организации ответственный за взаимодействие с ИУС. Осуществляет следующие функции: - поиск информации в ИУС; - создание запросов на присвоение кода НСИ - создание запросов на корректировку информации; - экспорт данных из ИУС в локальные подсистемы

№	Бизнес-роль	Функции
2	Специалист центра управления ИУС (администратор)	<p>Работник центра управления, осуществляющий администрирование ИУС.</p> <p>Осуществляет следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обработка поступающих запросов; - поиск дублей; - управляет составом атрибутов СКО; - нормализация имеющейся информации; - создание новых записей и запуск процедуры присвоения идентификаторов
3	Системный администратор центра управления ИУС	<p>Работник центра управления ИУС, отвечающий за стабильную работу ИУС</p> <p>Осуществляет следующие функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решает вопросы технического характера, связанных с функционированием ИУС; - обеспечивает сохранность и резервирование восстановления данных.
4	Администратор безопасности центра управления НСИ МТР АО	<p>Работник центра управления НСИ МТР, отвечающий за сохранность и конфиденциальность данных, имеющих ограничительную пометку «Для служебного пользования», также отвечающий за функционирование программных средств, осуществляющих защиту информации.</p>

3.3.2 Алгоритмы обработки заявки на присвоение кода НСИ и создания эталонной записи.

Ключевыми алгоритмами функционирования центра управления НСИ МТР являются алгоритм обработки заявки на присвоения кода НСИ, в результате которого создается уникальная нормализованная запись о применяемом оборудовании и алгоритм создания эталонной записи справочника, в результате которого создается «образцовая» запись об оборудовании по одному и тому же документу на поставку или однородных документах, содержащих одинаковый набор характеристик.

После поступления заявки на присвоение кода НСИ МТР специалист центра управления ИУС первым делом инициирует алгоритм поиска уже имеющегося оборудования в системе (1а). Данное действие является неотъемлемой частью процесса исключения дублирования записей. Поиск имеющегося оборудования подразумевается в автоматизированном режиме на основе машинного анализа входных данных запроса по атрибутам, приведенным в таблице...

После поиска дублей, информация с запроса выгружается в карточку запроса на внесение в БД и присвоения идентификатора.

Далее, основная задача специалиста центра управления ИУС состоит в нормализации полученной информации. Работа данного центра возможна только при условии наличия у специалиста центра управления ИУС доступа к актуальным версиям технической документации на изделие. После формирования карточки запроса, специалист центра управления ИУС обращается к документу на изделия и осуществляет сверку его характеристик в соответствии с технической документацией, после чего инициирует процесс присвоения уникального идентификатора с последующей отправкой записи абоненту.

В случае, если заявка по документу на поставку приходит впервые, после ее обработки, оператор ставит отметку, что данная запись будет являться эталонной. Все последующие заявки, поступающие в систему, будут проверяться на соответствие эталонной записи в части состава и правильности заполнения атрибутивного состава.

Описанные выше алгоритмы приведены на рисунке 15.

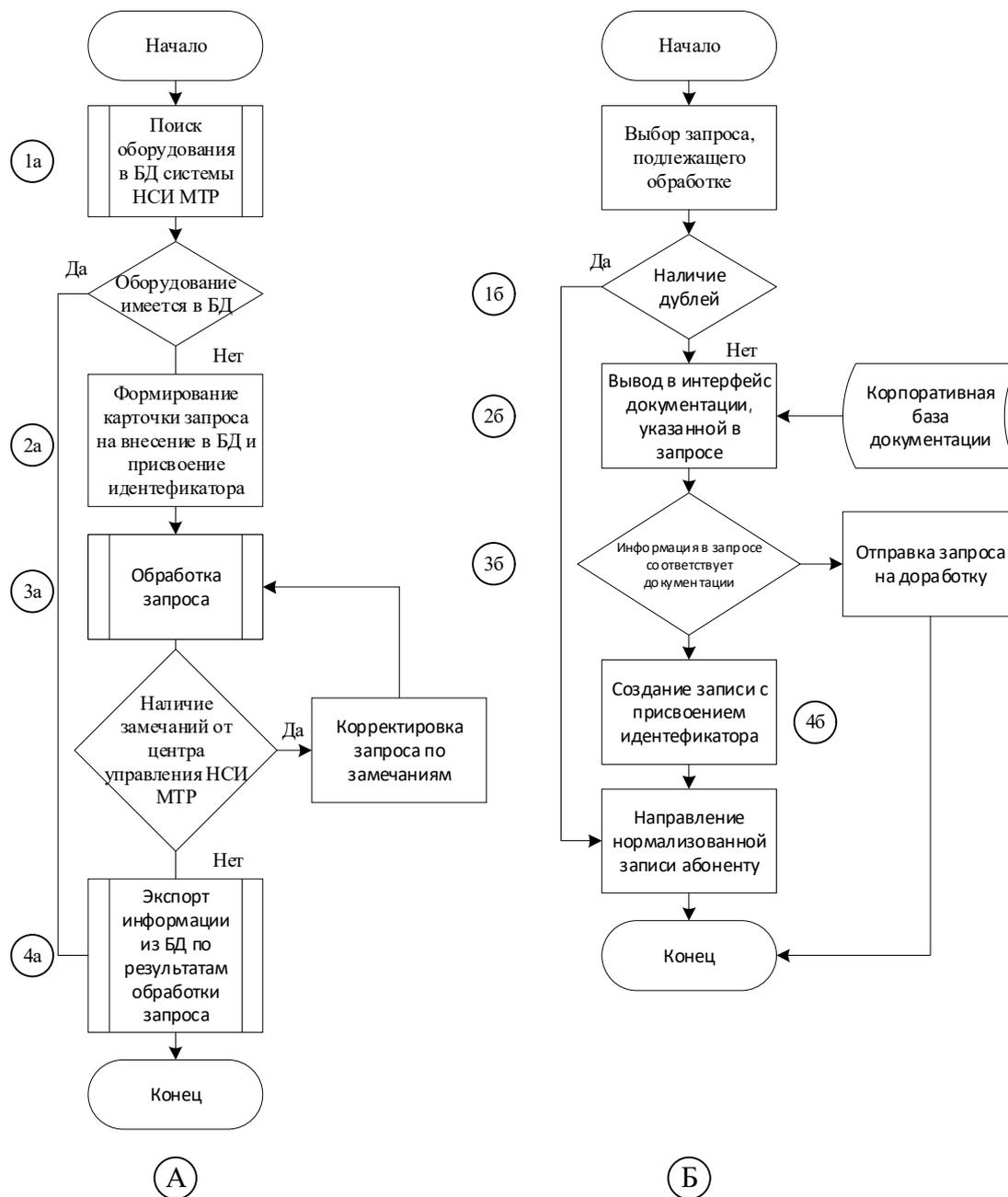


Рисунок 15 – Алгоритмы обработки заявки на присвоение кода НСИ МТР и алгоритм создания эталонной записи справочника

3.3.2 Поиск и просмотр информационных объектов в базе данных

Алгоритм необходим для реализации функции поиска пользователем системы НСИ МТР уже имеющихся записей в БД. Алгоритм поиска – один из основных алгоритмов взаимодействия абонента с системой НСИ МТР. По

результатам обработки запроса на поиск, абонент может принять решение импортировать запись во внутреннюю ИУС Общества, сформировать запрос на корректировку информации или же просто ознакомиться с результатами поиска. Алгоритм представлен на рисунке 16.

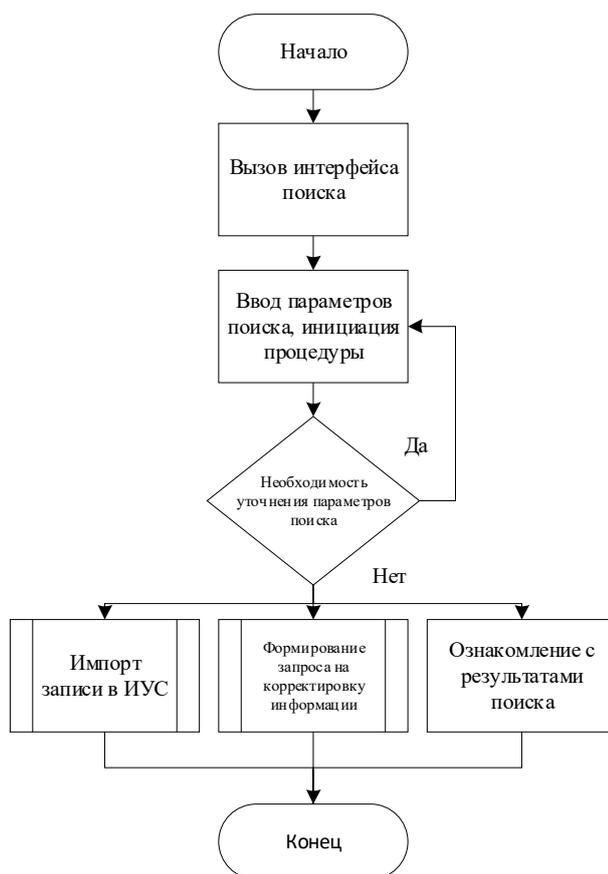


Рисунок 16 – Алгоритм поиска и просмотра информации в системе НСИ МТР

3.3.3 Формирование запроса на корректировку информации в системе НСИ МТР

В случае, если абонент при работе с системой НСИ МТР находит несоответствие, либо является разработчиком изделия, считает необходимым внести правки в информационный объект, абонентом инициируется процесс правки информации. Данный алгоритм представлен на рисунке 17

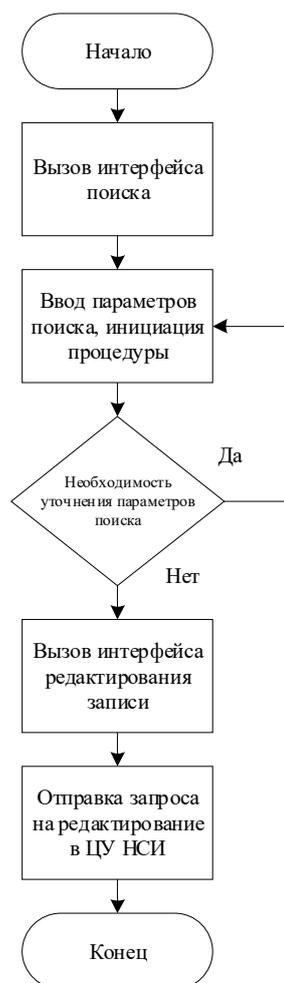


Рисунок 17 – Алгоритм формирования запроса корректировки информации

Запрос на правку информации предполагается к формированию в интерфейсе создания нового запроса (алгоритм, описанный в пп. 3.2.1 1а). После редактирования абонентом необходимой информации запрос направляется на проверку администратором системы НСИ МТР.

3.3.4 Обработка запроса на правку информации

После поступления запроса на редактирование информации об изделии администратор осуществляет проверку правомерности внесения правок в запись. Поступивший запрос проходит повторную проверку на дублирование имеющихся записей, и нормализацию в соответствии с технической документацией. Алгоритм представлен на рисунке 18.



Рисунок 18 – Алгоритм обработки запроса на корректировку информации

3.3.5 Алгоритм оповещения абонентов об изменениях в записи (алгоритм абонентского учета)

В случае, если в запись об изделии вносятся какие-либо изменения, система НСИ МТР в автоматическом режиме информирует абонентов, выгрузивших ранее данную запись во внутренние ИУС. Данный процесс одновременно выполняется в системе НСИ МТР и ИУС Общества, экспортировавшего ранее запись. Алгоритм представлен на рисунке 19.

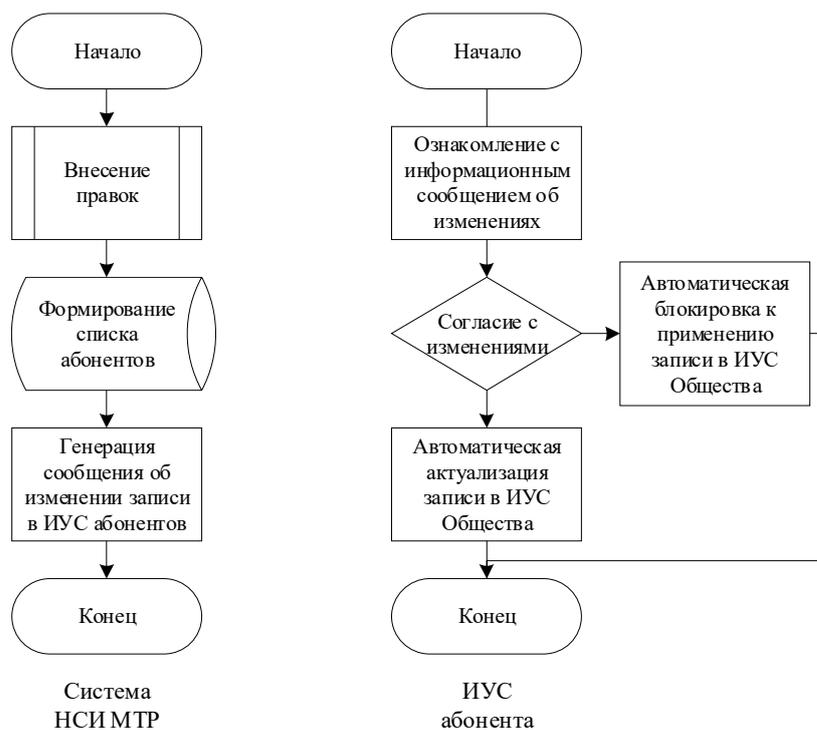


Рисунок 19 – Алгоритм оповещения абонентов об изменениях в записи (алгоритм абонентского учета)

3.3.6 Структурная схема ИУС центра управления НСИ МТР

Описанное выше алгоритмическое обеспечение является частью формализованных требований к функционалу ПО, для управления НСИ о применяемых МТР в ходе проектирования и изготовления СНИ.

Основная функция данной системы – обеспечение единства информации в рамках кооперации по созданию СНИ или же в рамках отрасли в целом. Создаваемая в системе запись (информационный объект) является мастер-данными для всех участников по созданию СНИ. Запись с минимально-необходимым набором атрибутов, определенным в первом разделе работы, должна стать основой для работы в различных подсистемах проектантов и изготовителей СНИ. В рамках данной работы разработана структурная схема взаимодействия организаций с центром управления НСИ. Структурная схема приведена на рисунке 20.

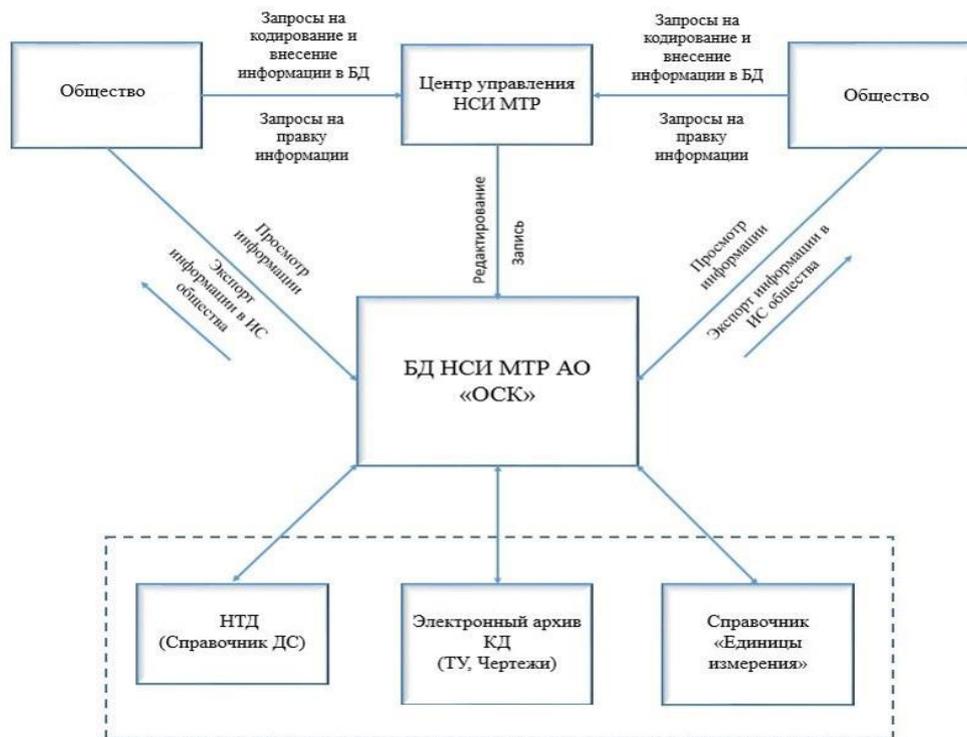


Рисунок 20 – Структурная схема взаимодействия с центром управления НСИ

Описанное выше алгоритмическое обеспечение и приведенная структурная схема отраслевого центра по управлению НСИ МТР, в ходе информатизации процесса проектирования являются основой для перехода на концепцию ЕИП. Информационный объект, являющийся минимально необходимым набором данных об изделии, для его однозначной идентификации, может быть применен во всех подсистемах проектантов и заводов-изготовителей.

3.4 Внедрение электронных конструкторских документов при проектировании

Безусловно, создание и переход работ по проектированию в единое информационное пространство проектант-верфь невозможен без внедрения электронных конструкторских документов [56]. В настоящее время, ЭКД только начинают свой путь внедрения. В ТЗ на перспективные НИР и ОКР заказчиками все

чаще закладываются требования к созданию электронной структуры изделия [69-71]. В рамках данной работы были проработаны основные направления и стратегия внедрения в организациях электронных конструкторских документов.

Введение в единую систему конструкторской документации понятия электронного комплекса конструкторских документов предоставляет новые возможности организации технологической подготовки производства на всех стадиях жизненного цикла изделий [72]. В настоящее время формируется новая технологическая среда, основой которой становится электронная структура изделия и цифровое производство, интегрированные между собой в едином информационном пространстве.

В отличие от комплекса конструкторских документов в бумажном виде, где основными документами являются спецификация и чертеж детали, в электронном комплексе основными конструкторскими документами являются ЭСИ и электронная модель не имеющие аналога в бумажном комплексе (Рисунок 21).



Рисунок 21 – Основные КД при бумажном проектировании и при применении ЭКД

Разработка технологической документации на основе 3D-моделей положительно влияет на качество технологической подготовки производства на всех этапах (от перспективной до оперативной).

Наличие электронной структуры изделия на ранних этапах проектирования позволяет начинать технологическую подготовку производства в процессе разработки технического проекта. При организации единого информационного пространства проектант-завод все изменения, вносимые в технический проект в процессе его согласования, в режиме реального времени становятся доступны специалистам завода. По завершении разработки технического проекта электронная структура может быть зафиксирована в качестве базовой. Все последующие изменения структуры изделия, вносимые по инициативе заказчика на этапе разработки рабочей конструкторской документации, идентифицируются и могут служить основанием для изменений условий контракта, либо для обоснованного отклонения требований заказчика с целью обеспечения сроков сдачи изделия.

Единое информационное пространство позволяет проектанту оперативно получать информацию о технологическом заделе верфи, что чрезвычайно важно при внесении изменений в конструкторскую документацию в процессе управления рабочей конструкторской документацией на этапе строительства.

Моделирование процесса изготовления изделия предоставляет возможность при внесении изменений в конструкторскую документацию оперативно пересчитывать сроки выполнения работ и степень загрузки производственных мощностей, оценивать кадровые ресурсы с учетом реализации смежных проектов.

В настоящее время основными источниками по формализации требований к оформлению и представлению результатов проектно-конструкторских работ в электронном виде являются:

1 Стандарты серии ЕСКД.

2 Стандарты серии «Управление жизненным циклом изделий...».

3 Стандарты серии «Интегрированная логистическая поддержка».

4 Стандарты серии «Управление данными об изделии».

5 ГОСТ Р 57412-2017 «Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий» [73].

Стандарты серии ЕСКД устанавливают общие требования к выполнению электронных конструкторских документов изделий (ЭКД). Стандартами данной серии являются:

- ГОСТ 2.102-2013 [74], устанавливающий требования по видам и комплектности конструкторских документов, включая требования к конструкторским документам в электронном виде;

- ГОСТ 2.051-2013 [75], устанавливающий общие требования к содержательной и реквизитной части ЭКД, способы организации, представления, удостоверения и подтверждения подлинности ЭКД;

- ГОСТ 2.052-2015 [76], устанавливающий общие требования к выполнению электронных моделей изделий машиностроения и приборостроения;

- ГОСТ 2.053-2013 [77], устанавливающий общие требования к выполнению электронной структуры изделия;

- ГОСТ 2.054-2013 [78], устанавливающий общие требования к выполнению и применению электронного описания изделий машиностроения и приборостроения. Электронное описание изделия включает информацию обо всех технических данных, вовлеченных в процесс разработки и создания изделия и обеспечивает взаимосвязь данных, полученных в ходе создания изделия с

прикладными автоматизированными системами и необходимой управленческой информацией;

- ГОСТ 2.055-2014 [79], устанавливающий общие требования к выполнению электронной спецификации изделий машиностроения и приборостроения, при этом обмен данными с помощью электронной спецификации следует применять только в том случае, если невозможно в качестве основного конструкторского документа передавать электронную структуру изделия в соответствии с ГОСТ 2.052 [76];

- ГОСТ 2.056-2014 [80], устанавливающий общие положения к выполнению электронных моделей деталей изделий машиностроения и приборостроения;

- ГОСТ 2.057-2014 [81], устанавливающий общие положения к выполнению электронных моделей сборочных единиц (комплексов, комплектов) изделий машиностроения и приборостроения;

- ГОСТ 2.058-2016 [82], устанавливающий правила выполнения в электронной форме реквизитной части ЭКД на изделия машиностроения и приборостроения.

- ГОСТ Р 2.601-2019 [83], ГОСТ Р 2.610-2019 [84], ГОСТ 2.602-2013 [85], устанавливающие правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации, включая правила для интерактивных электронных документов;

- ГОСТ РВ 0002-601-2019 [86], ГОСТ РВ 0002-602-2019 [87], устанавливающие правила выполнения эксплуатационной и ремонтной документации на военную технику, включая правила для интерактивных электронных документов;

- ГОСТ 2.503-2013 [88] устанавливающий правила внесения изменений в конструкторскую документацию, при этом внесение изменений в ЭКД осуществляют путем выпуска новой версии документа с внесенными изменениями.

В рамках реализации планов строительства и развития Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов и модернизации оборонно-промышленного комплекса (Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603 [89]), в судостроительной отрасли внедряется принципиально новый организационно-технический подход к управления жизненным циклом изделий), который называется «Система управления жизненным циклом» (СУ ЖЦ), где инструментом оперативного управления с представлением достоверной информации должно являться единое информационное пространство.

В настоящее время наблюдается практически полное отсутствие требований по безбумажному обмену документацией со стороны заказчика. В большинстве случаев, несмотря на высокие темпы диверсификации производства, заказчиком для предприятий ОПК является Министерство обороны Российской Федерации, которое утвердило дорожную карту на 2019 - 2020 гг. по переходу к разработке конструкторской документации на вооружение, военную и специальную технику в виде электронных документов [90].

Весной 2021 г. появился перечень унифицированных форматов конструкторской документации для передачи в организации МО РФ в электронной форме. Однако заметного изменения требований к виду документации, разрабатываемой и поставляемой по заказам МО РФ, практически не произошло. Действие дорожной карты продлено.

При выполнении работ по гражданскому заказу, а именно разработка обитаемого подводного аппарата проекта 03660 в рамках ОКР «ОПА-КР» заказчиком НИЦ «Курчатовский институт» были включены требования по формированию ЭСИ [91]. Фрагмент подборки, входящей в состав обитаемого подводного аппарата представлен на рисунке 22.

Структура изделия				
Обозначение	Поз.	Наименование	Код ОКМ	Количество
ЛТПИ.301228.263		Рама под оборудование СВКВ		
ЛТПИ.301228.263		Рама под оборудование СВКВ		
ЛТПИ.301228.263		Рама под оборудование СВКВ		
ЛТПИ.301228.263СБ		Рама под оборудование СВКВ Сборочный чертеж		
0000009648	5	Шпатлевка эпоксидная ЭП-0010 красно-коричневая	07281461000	8,15 кг
ЛТПИ.301213.015	2	Рама		1 шт
ЛТПИ.301213.015		Рама		
ЛТПИ.301213.015		Рама. Сборочный чертеж		
ЛТПИ.301213.015СБ		Рама		
ЛТПИ.301213.018	3	Рама		1 шт
ЛТПИ.301213.018		Рама		
ЛТПИ.301213.018СБ		Рама. Сборочный чертеж		
ЛТПИ.301213.018		Рама		
ЛТПИ.741221.474	1	Кница	00524152161	2 шт
ЛТПИ.741221.474		Кница		
ЛТПИ.741221.474		Кница		
ЛТПИ.746421.018	4	Уголок	00303953363	1 шт
ЛТПИ.746421.018		Уголок		
ЛТПИ.746421.018		Уголок		

Рисунок 22 – фрагмент подборки ЭСИ изделия

Проанализировав требования [71-91] подтверждается необходимость идентификации компонентов ЭСИ уникальным кодом для исключения дублирования информации и соблюдения требования [80-83] в части уникальности компонентов ЭСИ.

3.4 Автоматизация процесса выпуска технической документации с применением электронного макета изделия

Современные средства автоматизации проектирования позволяют производить разработку и подготовку производства полностью в цифровом виде. В настоящее время мировое судостроение располагает программными средствами, позволяющими решать следующие задачи:

- разработка 2D чертежей деталей и узлов;
- разработка 3D моделей изделий, узлов, агрегатов, секций;

- осуществление расчетов и анализов конструкций;
- проектирование технологических процессов;
- материально-технического обеспечения строительства;
- планирование строительства.

В совокупности результаты решения данных задач могут быть сведены в электронный макет изделия.

В соответствии с ГОСТ Р 58300-2018 [92] Электронный макет изделия - это комплекс взаимосвязанных информационных наборов разных видов (в т.ч. компьютерных моделей), отражающих или подтверждающих совокупность свойств изделия, важных для решения задач определенной стадии разработки или этапа ЖЦ. Электронный макет выполняет функции, представленные на рисунке 23.



Рисунок 23 – Функции электронного макета СНИ

В электронный макет СНИ сводятся все результаты деятельности по его созданию с целью последующего управления жизненным циклом.

Практика цифровизации верфи, в том числе с использованием ЭМИ, была внедрена на американской верфи Newport News Shipbuilding. В ходе разработки и строительства серии авианосцев «Gerald R. Ford» проектант и верфь постепенно отходили от традиционной модели проектирования в виде 2D чертежей и перешли к цифровым моделям, на основе 3D моделей. Данная инициатива получила название «Integrated Digital Shipbuilding (IDS)». В ходе её реализации были внедрены такие технологии как лазерное сканирование, симуляция, дополненная реальность, а также аддитивное производство. В настоящее время ведутся работы по созданию нового авианосца CVN-80 «Enterprise», который станет первым кораблем в судостроении США, построенным полностью без бумажных документов [93].

Рассмотрим подробнее, что должен представлять электронный макет СНИ. В соответствии с ГОСТ Р 58301-2018 [92], электронный макет изделия должен создаваться на стадии разработки изделия для использования на всех последующих стадиях ЖЦ изделия. ЭМИ допускается использовать для планирования, информационного обеспечения и выполнения процессов разработки изделия, производства, испытаний, контроля, приемки, эксплуатации и утилизации.

Электронный макет СНИ должен включать в себя следующие основные составные части:

- ЭМИ-К информационные наборы, описывающие конструкцию и требования к изготовлению (сборке изделия), например, рабочие чертежи, трехмерные модели изделий;

- ЭМИ-Т информационные наборы, описывающие технологию изготовления (сборки) изделия, также использующиеся для планирования, оценки и организации процесса изготовления изделия, например, технологическая документация, в том числе технологические документы, разрабатываемые проектантом;

- ЭМИ-Ф информационные наборы, описывающие устройство, состав, характеристики, принципы работы и возможные нарушения работоспособного или исправного состояния, например, электронная структура изделия и эксплуатационная документация;

- ЭМИ-Э информационные наборы, описывающие эксплуатационные свойства изделия и требования к процессу его технической эксплуатации.

Электронная модель создаваемого СНИ должна создаваться проектантом с самых ранних этапов проектирования и должна быть ориентирована на упрощение технологической подготовки производства заводом.

При формировании электронной структуры изделия, которая входит в состав ЭМИ необходимо учесть, что последовательно СНИ можно разложить более чем на миллион составных частей. В минимальном возможном варианте структура СНИ может включать в себя перечень блок- модулей, в максимально возможном - СНИ можно разложить по составу вплоть до применяемых при изготовлении крепежа материалов. При переходе к применению электронных макетов в наукоемких отраслях, необходимо будет определить критерий достаточности раскладки СНИ в рамках ЭСИ [94-95].

Применение ЭМИ при создании СНИ также не представляется возможным. В системе национальной и межгосударственной стандартизации в части требований к обозначению ЭКД присутствуют требования ГОСТ Р 2.201-2023 [96]. Несмотря на возможность присвоения обозначений по ЕСКД каждому исполнению изделия, на которое будет выпускаться ЭКД, в составе СНИ будут применены в большей части серийные изделия, за выпуском КД на которые не было достаточного контроля в части уникальности присвоения обозначений. Современные тенденции, влекущие отечественную промышленность на технологии с применением ЭМИ требуют однозначной идентификации каждого элемента его структуры. Таким образом, подтверждается необходимость создания

центров управления НСИ, как минимум в рамках коопераций по созданию конкретных изделий.

3.5 Выводы по разделу 3

В разделе 3 работы достигнуты следующие промежуточные результаты исследования:

1. Определено целевое состояние информатизации процесса обеспечения завода изготовителя информацией о комплектующем оборудовании.
2. Выбрана конфигурация уникального идентификатора информационного объекта.
3. Разработано алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией.
4. Обоснована необходимость перехода на технологии проектирования с применением ЭКД и ЭСИ.

Алгоритмическое и информационное обеспечение в совокупности с методикой управления рисками описанной во второй главе работы позволили сократить количество инцидентов, возникающих в ходе информационного обмена проектанта и изготовителя СНИ на 38,4 %.

4 МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

4.1 Формализация основных научных результатов в виде элемента технического задания на разработку системы управления нормативно-справочной информацией

Сводным и итоговым результатом настоящего исследования является Методика идентификации элементов информационно-управляющей системы. Данная методика легла в основу технического задания на разработку системы управления нормативно-справочной информацией, как составной части корпоративной СУОД АО «ОСК». Формализация результатов исследования в виде документированной процедуры позволяет инициировать работы по созданию отраслевого центра управления мастер-данными.

Документированная процедура в виде методики основывается на:

- наборе атрибутов, разработанном в ходе реализации методики, описанной в п.1.4;
- результатах структурного анализа процесса обеспечения проектантом завода-изготовителя СНИ (п.2.2);
- результате анализа рисков, возникающих в ходе информационного объекта и анализе статистических данных по инцидентам (пп. 2.3, 2.4);
- оптимизированном процессе обеспечения завода-изготовителя СНИ информацией о комплектующем оборудовании.

Необходимость документирования опыта работ, а также всех процессов, протекающих в организации безусловна, и регламентирована в основополагающих документах системы менеджмента качества таких, как [97-102]

Достоинства настоящей методики заключаются в возможности ее масштабирования в части подходов по управлению НСИ, как в рамках отдельного предприятия, так и на уровень кооперации или отрасли.

4.2 Основные положения

Описанный в методике справочник «Судовое комплектующее оборудование», как часть корпоративной системы НСИ МТР, предназначен для автоматизации процессов централизованного хранения и управления данными о СКО, используемым при проектировании и строительстве (ремонте, модернизации, переоборудовании) кораблей, судов и морской техники и предоставления этих данных другим обществам Группы АО «ОСК» с целью поддержания информации в достоверном (актуальном) состоянии, нормализации данных, обеспечения автоматизированного взаимодействия обществ Группы АО «ОСК» в процессе жизненного цикла изделий.

4.3 Атрибутный состав справочника

Справочник «Судовое комплектующее оборудование» содержит минимально необходимый состав атрибутов для однозначной идентификации СКО. Перечень атрибутов, являющихся общим для всех типов СКО приведен в таблице 2. Данный набор атрибутов является унифицированным для любого изделия, применяемого, как в ходе создания гражданской продукции, так и для заказов в интересах МО РФ.

4.4 Источники данных

4.4.1 Информация в справочник вносится по результатам обработки запроса на присвоение кода ОСК (алгоритм, описанный в п. 3.3.2). В запрос на присвоение кода ОСК включается информация, имеющаяся в ИС общества, формирующего запрос. После поступления запроса в центр управления НСИ МТР АО «ОСК»,

информация проверяется администратором на предмет соответствия источникам данных, описанным в п. 4.4.2.

4.4.2 Источниками данных для СКО являются документы, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Источники данных для СКО

№	Документ	Кто предоставляет
1.	Документ на поставку	§ СУОД (ИСУ НТД для ГОСТ, ОСТ типа «Технические условия»; СУТД для ТУ, чертежей или иной КД, выступающий в роли документа на поставку).
2	Чертеж	§ СУОД (СУТД)
3.	ДС на изделие	§ СУОД (ИСУ НТД)
4.	Каталоги производителей, выступающие в роли документов на поставку (для импортных изделий)	§ СУОД (ИСУ НТД)

3.3. Информация о единицах измерения, включаемая в запись системы НСИ МТР АО «ОСК» должна выбираться из соответствующего справочника «Единицы измерения», функционирующего в составе СУОД.

4.5 Сценарии работы со справочником

4.5.1 Поиск и просмотр СКО в базе данных

Поиск выполняет специалист общества Группы «ОСК» с целью проверки наличия закодированного СКО в системе НСИ МТР.

Специалист общества Группы «ОСК»:

1. Осуществляет вызов интерфейса поиска.

2. Осуществляет ввод параметров поиска и запуск процедуры. Параметров поиска может быть введено любое количество, но не менее одного (часть наименования, обозначение документа на поставку, и прочие в соответствии с таблицей 3).

3. Анализирует результат обработки запроса, при необходимости уточняет параметры поиска и осуществляет процедуру повторно.

Примечание: В случае реализации связи ИС общества с системой НСИ МТР через API, данный сценарий может быть видоизменен, в зависимости от конфигурации данной связи.

4.5.2 Формирование запроса на кодирование

Запрос на кодирование осуществляет специалист Общества Группы «ОСК» с целью подготовки и ввода исходных данных для присвоения кода ОСК.

Специалист общества Группы «ОСК»:

1. Осуществляет поиск имеющегося СКО по сценарию по п. 5.1, в случае отсутствия в системе НСИ МТР необходимого СКО, приступает к формированию запроса.

2. Заполняет карточку запроса на присвоение кода ОСК на основании информации, имеющейся в ИС общества, осуществляет проверку введенной информации.

3. После заполнения реквизитов осуществляет отправку запроса. Запрос переходит в статус «В обработке».

4. Ожидает обработки запроса и смены статуса на «Выполнен» или «Отклонен».

Примечание: В случае реализации связи ИС общества с системой НСИ МТР через API, данный сценарий может быть видоизменен, в зависимости от конфигурации данной связи.

4.5.3 Формирование запроса на корректировку информации

Запрос на правку информации осуществляет специалист общества Группы «ОСК» с целью правки информации по уже имеющейся записи в системе НСИ МТР.

Специалист общества Группы «ОСК»:

1. Осуществляет поиск необходимой записи в системе НСИ МТР.
2. После открытия необходимой записи нажимает клавишу «Редактировать» и вносит необходимые правки.
3. После нажатия клавиши «Сформировать запрос на редактирование» в поле комментарий описывает необходимость внесения правок.
4. Осуществляет отправку запроса. Запрос переходит в статус «В обработке».
5. Ожидает обработки запроса и смены статуса на «Выполнен» или «Отклонен».

Примечание: В случае реализации связи ИС общества с системой НСИ МТР через API, данный сценарий может быть видоизменен, в зависимости от конфигурации данной связи.

4.5.4 Экспорт информации из БД по произвольным записям

Экспорт информации осуществляет специалист общества Группы «ОСК» с целью выгрузки из системы НСИ МТР необходимой информации о закодированном СКО для ее использования в ИС общества.

Специалист общества Группы «ОСК»:

1. Осуществляет вызов интерфейса поиска.
2. Осуществляет ввод параметров поиска и запуск процедуры. Параметров поиска может быть введено любое количество, но не менее одного.
3. Уточняет результаты поиска при необходимости.
4. Выбирает необходимые записи (группу записей), подлежащих экспорту.
5. Нажимает клавишу команду «Экспортировать записи».
6. Система НСИ МТР осуществляет экспорт информации по выбранным записям формате для последующего ее применения в ИС общества.

Примечание: В случае реализации связи ИС общества с системой НСИ МТР через API, данный сценарий может быть видоизменен, в зависимости от конфигурации данной связи.

4.5.5 Экспорт информации из БД по результатам обработки запроса на присвоение кода ОСК

Экспорт информации осуществляет специалист общества Группы «ОСК» с целью выгрузки из системы НСИ МТР необходимой информации о закодированном СКО по результатам исполнения запроса на присвоение кода ОСК для ее использования в ИС общества.

Специалист общества Группы «ОСК»:

1. Вызывает интерфейс отслеживания отправленных запросов на кодирование.
2. Выбирает в списке запрос на кодирование со статусом «Выполнен».
3. При необходимости, исключает или добавляет необходимые записи в набор.
4. Нажимает клавишу «Экспортировать записи».

5. Система НСИ МТР осуществляет экспорт информации по выбранным записям в XML или XLS формате для последующего ее применения в ИС общества.

Примечание: В случае реализации связи ИС общества с системой НСИ МТР через API, данный сценарий может быть видоизменен, в зависимости от конфигурации данной связи.

4.5.6 Создание эталонной записи справочника

Создание эталонной записи осуществляет специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК» с целью формирования эталона для кодирования СКО по одному и тому же документу на поставку.

Специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК»:

1. Открывает список поступивших запросов, в случае, если эталонная запись создается в ходе обработки потока заявок.

2. Выбирает запрос с пометкой, соответствующей тому, что по указанному в карточке запроса документу на поставку в БД отсутствуют записи.

3. В окне поступившего запроса открывает необходимые документы, имеющиеся в СУОД, указанные в карточке запроса (документ на поставку: чертеж, ТУ) и осуществляет сверку поступившей на обработку информации.

4. Проводит анализ документа на поставку с целью определения дополнительных атрибутов, однозначно определяющих данное СКО и в случае необходимости, запрашивает дополнительную информацию у Общества группы АО «ОСК», направившего запрос.

5. По результатам анализа документации на поставку и получения дополнительной информации по п. 4 добавляет и заполняет необходимые атрибуты для данной записи (в последствии – группы записей) в карточке запроса.

6. Отмечает обработанную запись как «Эталонную».

7. Нажимает клавишу «Выполнить». после чего система НСИ МТР присваивает код ОСК и создает новую запись, которая будет предлагаться системой НСИ МТР как «образец» для всех последующих поступивших запросов по данному документу на поставку.

Примечание: В случае выполнения работ по нормализации БД порядок действий аналогичен, за исключением того, что запись, которая предполагается как эталонная будет выбрана из списка имеющихся в БД записей.

4.5.7 Обработка запроса на присвоение кода ОСК

Обработку запроса осуществляет специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК» с целью проверки информации в запросе на соответствие ДС, анализ наличия уже имеющихся записей на предмет дублирования.

Специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК»:

1. Открывает список поступивших запросов.
2. Выбирает нужный запрос и открывает его.
3. В случае, если для данного документа на поставку имеется эталонная запись, то выводит ее на экран.
4. В окне поступившего запроса открывает необходимые документы, имеющиеся в СУОД, указанные в карточке запроса (документ на поставку: чертеж, ТУ) и осуществляет сверку поступившей на обработку информации.
5. Проводит анализ записей, предложенных системой как возможные дубли, а также сопоставляет информацию с эталонной записью, после чего принимает решение на создание новой записи с присвоением кода ОСК или отклонением заявки.
6. В случае положительного решения о создании новой записи, нажимает клавишу «Выполнить». В случае отрицательного решения «Отклонить» с

обязательным указанием причины отклонения. Система НСИ МТР присваивает код ОСК и создает новую запись.

7. Обработанная заявка помещается в историю обработанных или отклоненных заявок.

8. При необходимости, корректирует эталонную запись справочника.

4.5.8 Обработка запроса на корректировку информации в БД

Обработку запроса осуществляет специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК» с целью проверки информации в запросе на соответствие ДС и проверки правомерности внесения правок.

Специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК»:

1. Открывает список поступивших запросов.
2. Выбирает нужный запрос и открывает его.
3. В интерфейсе запроса вызывает сводную таблицу по реквизитам, содержащую информацию до внесения изменений и предлагаемую информацию к корректировке.
4. В окне поступившего запроса открывает необходимые документы, указанные в карточке запроса (документ на поставку: чертеж, ТУ) и осуществляет сверку поступившей на обработку информации с указанной причиной внесения правок.
5. В случае, если изменения касаются исправления ошибок (опечаток, уточнения реквизитов) то система НСИ МТР создает новую ревизию записи без изменения кода ОСК. В случае, если изменения касаются аннулирования ДС, поставку, изменения условий поставки, и прочих изменений, вызванных корректировкой или аннулированием ДС, касающегося СКО, создается новая

запись, с новым кодом ОСК. Новая и старая запись должна быть программно связаны между собой.

6. После принятия решения о внесении изменений в запись специалист центра управления НСИ МТР АО «ОСК», нажимает клавишу «Создать ревизию» или «Создать новую запись». В случае отрицательного решения – «Отклонить» с обязательным указанием причины отклонения.

7. При необходимости, корректирует эталонную запись справочника.

4.5.9 Информирование обществ Группы АО «ОСК» об изменении информации по записям

Информирование осуществляется автоматически, путем создания информационного сообщения в интерфейсе специалистов обществ Группы АО «ОСК». Решение о принятии изменений осуществляется специалистами обществ Группы АО «ОСК».

1. После внесения изменений в имеющуюся запись в системе НСИ МТР по результатам выполнения сценария 5.7, в интерфейсе специалистов обществ Группы АО «ОСК», экспортировавших ранее данную запись выдается сообщение, что данные по записи были изменены.

2. После открытия данного сообщения специалистом общества Группы АО «ОСК» принимается решение о принятии изменений.

2.1 В случае принятия изменений, специалист общества Группы АО «ОСК» нажимает кнопку «Принять», после чего запись актуализируется в ИС общества.

2.2 В случае отклонения изменений, специалист общества Группы АО «ОСК» нажимает кнопку «Отклонить». В случае «Отклонения» изменений, данная запись ограничивается к применению в ИС общества.

4.6 Описание процесса ведения справочника

Ведение справочника – процесс в ходе которого наполняется и корректируется справочник по применяемому обществам Группы АО «ОСК» СКО.

Запись, созданная в справочнике должна содержать минимально-необходимый набор информации, однозначно классифицирующей СКО, исходя из данных (технических характеристик), имеющихся в конструкторской документации и документации на поставку. Задача ведения справочника – это создание уникальных записей, однозначно описывающих СКО, служащих для связки информационных систем обществ группы АО «ОСК».

Ведение справочника осуществляется в соответствии со сценариями, описанными в п 4.5.

Присвоению кода ОСК подлежит СКО, имеющее утвержденный комплект КД и документ на поставку (не ниже литеры О1). В ходе данного процесса происходит наполнение базы данных записями по применяемому СКО на основании запросов обществ Группы АО «ОСК». Запись в справочнике создается с обязательным присвоением кода ОСК.

Наполнение базы данных записями по применяемому СКО осуществляется путем создания эталонной записи для группы записей и последующему наполнению справочника по ее образу и подобию.

Код ОСК должен генерироваться автоматически и быть уникальным для каждой записи и служить для однозначной идентификации записи в корпоративных информационных системах. Код ОСК не должен быть привязан к какому-либо классификатору и представлять из себя статистически уникальный идентификатор.

В процессе экспорта данных обществами Группы АО «ОСК» в ИС обществ, система НСИ МТР в автоматическом режиме формирует базу абонентов по каждой записи с последующим автоматическим информированием общества Группы АО «ОСК» об изменениях по записи.

4.7 Выводы по разделу 4

В разделе 4 работы обобщены научные результаты работы в виде методики идентификации элементов информационно-управляющей системы. Данная методика согласована ведущими предприятиями АО «ОСК» и является неотъемлемой частью [93].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы достигнута цель: расширены функциональные возможности информационно-управляющих систем управления процессом создания наукоемких объектов на основе разработки алгоритмов и процедур информационного обмена за счет сокращения атрибутивного состава ИУС, внедрения нового алгоритмического и информационного обеспечения, а также методики оценки анализа и сокращения рисков при информационном обмене.

В работе получены следующие новые научные результаты:

1. Методика оптимизации атрибутивного состава, совершенствующая элементы структуры информационно-управляющей систем. Сокращение атрибутивного состава ИУС улучшает ее технические и эргономические характеристики, путем исключения неактуального атрибутивного состава. Набор из 15 научно-обоснованных атрибутов является унифицированным, минимально необходимым для однозначной идентификации любого изделия приборостроения или машиностроения;

2. Методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоемких объектов, позволяет управлять возникающими рисками в ходе процесса обеспечения изготовителя СНИ информацией об изделиях. Применение данной методики обеспечит улучшение их технических, эксплуатационных, и эргономических характеристик.

3. Алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией, используемой при проектировании разработанное в данной работе содержит в себе набор алгоритмов функционирования центра управления НСИ, ответственного за однозначную идентификацию МТР применяемых при создании СНИ и информационного взаимодействия с ним абонентов.

Научные результаты работы формализованы в виде методики идентификации элементов информационно-управляющей системы. Данная методика согласована ведущими предприятиями АО «ОСК» и является неотъемлемой частью [96].

Сводным и итоговым результатом разработанного в рамках исследования научно-методического инструментария является механизм управления НСИ МТР, включающий в себя присвоение универсального идентификатора всем комплектующим изделиям, на основании минимально необходимого, унифицированного числа атрибутов, обеспечивающий создание достоверных, полностью соответствующих технической документации информационных объектов, завязанных на уникальный идентификатор, позволяющий сокращать риски информационного обмена на 38,4 %, время ввода данных в ИУС процессом проектирования на 26,4 % за счет сокращения атрибутивного состава информационного объекта и сроки прохождения этапов контроля правильности заполнения информационной карты информационного объекта ИУС с 1 ч 25 минут до 36 минут.

Список сокращений и условных обозначений

В настоящей диссертации применяются следующие сокращения и условные обозначения:

ПКБ – проектно-конструкторское бюро;

САПР – система автоматизированного проектирования;

СНИ – сложное наукоемкое изделие;

ИУС – информационно-управляющая система;

НТД – нормативно-техническая документация;

ДС – документ по стандартизации

ТЗ – техническое задание;

ТТЗ – тактико-техническое задание;

КД – конструкторская документация;

ЭСИ – электронная структура изделия;

ЭМИ – электронный макет изделия;

Словарь терминов

В настоящей диссертации применяются следующие термины и их определения:

DATA-центричный подход: подход к выполнению проектных работ в котором данные являются основным и неотъемлемым ресурсом, а способы их использования меняются.

Документ на поставку: Документ, по которому производится поставка судового комплектующего оборудования (технические условия, документ по стандартизации, чертеж, и прочая документация);

Единая корпоративная система управления нормативно-справочной информации (система НСИ МТР): Информационная система содержащая сведения об основных материально-технических применяемых при создании сложных наукоемких изделий;

Нормализация записей: Процесс обработки записей справочника, заключающийся: в поиске, определении и устранении дублирующих, некорректных или противоречивых записей; в дополнении записей недостающей информацией; в приведении условных наименований к стандартизованному виду

Система управления основными данными (СУОД): Корпоративная система управления основными данными АО «ОСК»

Центр управления НСИ МТР АО «ОСК»: Организация, ответственная за ведение раздела базы данных НСИ МТР АО «ОСК»

Эталонная запись: Запись в базе данных НСИ МТР АО «ОСК», созданная в полном соответствии с документацией на поставку и с учетом особенностей заказа изделия, служащая примером присвоения кода ОСК для группы записей.

Список литературы

1. Козырев А.Н. Цифровая экономика и цифровизация в исторической ретроспективе / Козырев А.Н. // Цифровая экономика – 2018. № 1 (1). С. 5-19.
2. Прогноз научно-технологического развития России: 2030 / под ред. Л.М. Гохберга. – М.: НИУ Высшая школа экономики, 2014. – 244 с.
3. История Санкт-Петербургского морского бюро машиностроения «Малахит» в 4 томах. – Т.1. – СПб.: СПМБМ «Малахит», 2002. – 488 с.
4. Купряшин Г.Л., Шрамм А.Е. О принципах датацентризма, сетецентризма и командноцентризма в контексте информатизации государственного управления // Государственное управление. Электронный вестник. 2019. № 76. С. 211-242.
5. Виноградов К.А., Жучков Д.В., Никитина М.И. Система ведения базы данных нормативно-справочной информации / Врач и информационные технологии. 2004. № 3. С. 21-27.
6. Горященко И.С., Ивановский А.А., Истомина И.А., Николаев А.А. Централизованное ведение нормативно-справочной информации как основа эффективного функционирования информационных систем ФСИН России / Информационные технологии в УИС. 2021. № 4. С. 5-14.
7. Попов А.Н., Никифоров С.А., Гейко С.А. Оптимизация процесса информационного обмена между проектантом и заводом-строителем в части передачи и погашения предварительных извещений // Судостроение. 2022. № 1 (860). С. 24-25.
8. Погодин В.А., Схиртладзе А.Г. Интегрированные системы проектирования и управления. Корпоративные информационные системы. Учебное пособие/ Погодин В.А., Схиртладзе А.Г. Тамбов, 2006 г. 114 с.

9. Фортунов Е.С., Гуляев А.Ю., Галаев А.С. Преимущества внедрения единой системы нормативно-справочной информации // Решетневские чтения. 2013. Т. 2. С. 162-164.
10. Макеева Е.З., Махарадзе В.В. Нормативно-справочная информационная система – инструмент управления экономической эффективностью организации // Транспортное дело России. 2014. № 5. С. 34-36.
11. Линев К.А. Разработка систем управления нормативно-справочной информацией для систем обработки статистической информации / К.А. Линев // Анализ данных и интеллектуальные системы. – Москва, 2009. №4(10)– С. 29-42.
12. ОК 012-93 Классификатор ЕСКД. Введение. 1.79.100 (с изменениями). Введ. 30.12.1993 – Москва: ВНИИМАШ, 1993 – 20 с.
13. ГОСТ 2.101 - 2016 Единая система конструкторской документации. Виды изделий : дата введения 2016-06-28. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 8 с.
14. ОК 034-2014 (КПЕС 2008) Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД 2) (с Изменениями N 1-98, с поправками). Введ. 31.01.2014 – Москва: Стандартиформ, 2014 – 889 с.
15. Джиго А.А. Майстрович Т.В. Комплексный подход к библиотечному фонду: ГОСТ Р 7.0.93-2015 «Библиотечный фонд. Технология формирования» // Библиосфера, 2016, №3 с. 37-45.
16. Гейко С.А., Ишина А.В. Перспективы применения кода нормативно-справочной информации в информационных системах АО «ОСК» // Морской вестник. 2024. № S1 (17). С. 9-10.
17. ЛТПИ-222.007.001-2019 Отчет о научно-исследовательской работе. Развитие унификации в Обществе (заключительный) Шифр: Унификация 2.3. – 2019 г. АО «СПМБМ «Малахит»
18. Данелян Т.Я. Формальные методы экспертных оценок / Данелян Т.Я. // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2015. № 1. С. 183-187.

19. Маргелов А.В., Маргелов А.А. Выбор основных характеристик цели методом априорного ранжирования // Известия ТРТУ. 2002. № 3 (26). С. 103-107.
20. Орлов, А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник в 3 ч. Часть 2: Экспертные оценки / А.И. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
21. Макарова И.Л. Анализ методов определения весовых коэффициентов в интегральном показателе общественного здоровья // Символ науки. 2015. № 7. С. 87–94.
22. Елисеева И.И., Юзбашев М. М. Общая теория статистики : учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Финансы и статистика, 2002. С. 472.
23. Постников В.М., Спиридонов С.Б. Подход к расчету весовых коэффициентов ранговых оценок экспертов при выборе варианта развития информационной системы // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана : электрон, науч.-техн. журнал. 2013. № 8. С. 395-412.
24. ГОСТ 2.511-2011 Единая система конструкторской документации. Правила передачи электронных конструкторских документов. Общие положения : дата введения 2011-05-12. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 11 с.
25. ГОСТ 2.512-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения пакета данных для передачи электронных конструкторских документов. Общие положения : дата введения 2011-05-12. – Москва : Стандартинформ, 2011. – 12 с.
26. Стратегия развития информационных технологий Группы ОСК на 2017 - 2021 годы.
27. Логинов А.Н., Кот П.Н., Никифоров С.А. переход на xml-формат транспортного массива при обмене информацией проектанта с заводами-строителями // Судостроение. 2022. № 1 (860). С. 25-27.
28. ГОСТ 23896-91 Рабочие конструкторские документы судостроительной верфи. Правила внесения изменений.

29. ГОСТ 2.503-2013 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений : дата введения 2013-06-28. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 32 с.
30. Попов А.Н., Никифоров С.А., Гейко С.А. оптимизация процесса информационного обмена между проектантом и заводом-строителем в части передачи и погашения предварительных извещений // Судостроение. 2022. № 1 (860). С. 24-25.
31. Портнов М.С., Речнов А.В., Смирнова Т.Н. О моделях описания бизнес-процессов // Вестник Российского университета кооперации. 2017. № 4 (30). С. 53-55.
32. Радченко Р.В., Чернышенко В.В. Анализ бизнес-процессов - элемент оптимизации и проектирования бизнес-процессов // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. 2022. № 3 (41). С. 33-37.
33. Коренчук Д.В. Методология бизнес-процесса, пример моделирования бизнес-процесса с использованием BPMN-нотации / Коренчук Д.В. // В сборнике: Актуальные вопросы и перспективы развития региональной и отраслевой экономики. сборник научных статей обучающихся. Москва, 2023. С. 125-133.
34. Мельникова А.С., Дидык В.В. Моделирование бизнес-процесса по разработке интерактивного сайта в нотации IDEF / Скиф. Вопросы студенческой науки. 2024. № 2 (90). С. 66-73.
35. РД 5Р.0268-92 Часть 1. Ведомости заказа изделий. Номенклатура.
36. Клячкин, В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютерные технологии / В. Н. Клячкин. // М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2009. – 304 с.
37. Елисеева, И.И. Общая теория стигастики / И.И. Елисеева, М.М Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 472.

38. Айвазян С.А. и др. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных - М., Финансы и статистика, 1983г. -471с.
39. Аршинов И.А., Черепанова М.А. Корреляционные и регрессионные исследования зависимостей // E-Scio. 2022. № 4 (67). С. 473-484.
40. ГОСТ Р ИСО 31000-2019 Менеджмент риска. Принципы и руководство: дата введения 2019-12-10. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 14 с.
41. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска: дата введения 2019-12-17. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 90 с.
42. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007. Менеджмент риска. Применение в процессах жизненного цикла систем и программного обеспечения. – М.: Стандартиформ, 2008. – 28 с.
43. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. –М.:, Стандартиформ, 2012. – 70 с.
44. Бабич, Т.Н. Реструктуризация информационных потоков предприятия с применением компьютерных технологий / Бабич Т.Н., Кузьбожев Э.Н., Шевченко Н.С. // Известия Курского государственного технического университета. – 2004. – № 2. – С. 181-195.
45. Кузьбожев, Э.Н. Совершенствование информационной системы предприятия на основе теории графов / Кузьбожев Э.Н., Бабич Т.Н. // Телекоммуникации. – 2005. – № 1. – С. 41-48.
46. Кузьбожев, Э.Н. Применение теории графов в планировании / Кузьбожев Э.Н., Бабич Т.Н. // Экономический анализ: теория и практика. – 2007. – № 8 (89). – С. 8-16.
47. Кофман, А. Введение в прикладную комбинаторику. – М.: Наука. 1975. – 432.
48. Бурков, В.Н. Теория графов в управлении организационными системами / Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. – М.: Синтег, 2001. –124 с.

49. Бабаев, С.А. Оптимизация информационных потоков промышленного предприятия за счет создания внутренне устойчивых подмножеств подразделений / Бабаев С.А., Ефремов А.Ю. // Молодежь. Техника. Космос: Труды II Общероссийской молодёжной научн.-техн. конф. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2010. – С. 195.
50. Ефремов А.Ю. Применение алгоритма Демукрона для обоснованного разбиения подразделений по уровням значимости // Молодежь. Техника. Космос: Труды III Общероссийской молодёжной научн.-техн. конф. – СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2011. – С. 171–173.
51. Зимин, Ю.К. Методы проектирования автоматизированных систем управления разработками / Ю.К. Зимин. – Москва : МАИ, 1990. – 142 с. – ISBN 5-7035-0156-3.
52. Ручкин А.В., Трофимова О.М. Управление проектами: основные определения и подходы // Вопросы управления. 2017. № 3 (46). С. 121-128.
53. Шарян Э.Г., Ткачева О.А. Управление рисками инновационных проектов в автомобильной промышленности // Известия МГТУ МАМИ. 2013. Т. 1. № 4 (18). С. 64-69.
54. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК) – Пятое издание. – 2013. – 614 с.
55. Бабаскин, С.Я. Инновационный проект: методы отбора и инструменты анализа рисков / С.Я. Бабаскин; Академия народного хозяйства при Правительстве Российской Федерации. – М.: Дело, 2009. — С. 240.
56. Семенова Е.Г. Смирнова М.С. Гейко С.А. Модель взаимодействия участников создания сложных наукоемких изделий в рамках единого информационного пространства // Сборник статей в III Международной научно-практической конференции «Глобальные научные тенденции: интеграция и инновации».

57. Чижов М.И. Подход к автоматизации конструкторско-технологической подготовки авиационного производства
58. Case Study. Newport News Shipbuilding digital transformation. /Тематическое исследование. Цифровая трансформация верфи Newport News Shipbuilding. – URL: <http://www.appitio.com/case-study/newport-news-shipbuilding-digitaltransformation>. (дата обращения: 24.05.2024 г.).
59. Горшков К. В. Формирование единого информационного пространства предприятия как инструмента повышения его конкурентоспособности / К. В. Горшков, Е. В. Лысенко. — Текст : электронный // Весенние дни науки : сборник докладов Международной конференции студентов и молодых ученых (Екатеринбург, 21–23 апреля 2022 г.). — Екатеринбург : УрФУ, 2022. — С. 1003-1007
60. Бунин М.С., Андреева Е.В. Формирование единого информационного пространства отрасли: проблемы и решения (на примере агропромышленного комплекса). Научные и технические библиотеки. 2023;(1):85-103.
61. Семенов Н.А., Бурдо Г.Б. Основные принципы создания систем автоматизации проектирования и управления в машиностроительных производственных системах // Программные продукты и системы. 2019. № 1. С. 134-140.
62. Стасевский В.И. Автоматизация проектирования электромеханических исполнительных органов космического аппарата // Школа Науки. 2019. № 14 (25). С. 3-4.
63. Соколова А.А., Кириллов Д.В. Автоматизация управления бизнес-процессами предприятия в сфере проектирования // Сборник научных трудов международной научно-практической конференции Фундаментальные и прикладные исследования экономических проблем и перспектив развития современных организаций. Под редакцией С.Г. Журавина, В.Н. Немцева. 2016. С. 120-128.

64. Козлов А.А., Страхов А.Ф. Повышение эффективности автоматизации проектирования документации контроля, диагностики и ремонта сменных элементов радиоэлектронной аппаратуры // Вестник Концерна ВКО "Алмаз – Антей". 2022. № 1. С. 82-92.
65. Серов А.В. Системы идентификаторов объектов и работа с ними // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2001. № 4. С. 255-265.
66. Рогозов Ю.И., Свиридов А.С., Липко Ю.Ю. Использование гиперметода разработки методов создания прототипов на примере построения структурно-независимых баз данных // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 1 (114). – С. 130-135
67. Рогозов Ю.И., Бутенков С.А., Кодачигов В.И., Свиридов А.С., Микита Р.М. Информационные ER++ модели – новый подход к интеграции основных этапов проектирования информационных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2006. – № 9-1 (64). – С. 70-74.
68. Липко Ю.Ю. Алгоритм формализации требований при разработке информационных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 6 (155). С. 153-158.
69. Сорокина Е., Петров И. Электронная структура изделия как основной конструкторский документ в PLM-системе // САПР и графика. 2018. № 2 (256). С. 57-59.
70. Кузнецова Е.С., Былинкин И.К. Методология создания электронной структуры изделия при разработке высокотехнологичных изделий электронной техники // Инженерный вестник Дона. 2024. № 3 (111). С. 109-117.
71. Туктамышев В.Р., Глухов Д.А., Катаев Я.А., Калинин С.В., Гришарин А.О. К вопросу ведения электронной структуры изделия // В сборнике: Инновации, качество и сервис в технике и технологиях. Сборник научных трудов 5-ой

Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор: Горохов А.А., 2015. С. 299-302.

72. Жарникова Н.С. Разработка механизмов формирования электронной структуры изделия на основе данных систем автоматизированного проектирования // Решетневские чтения. 2017. Т. 2. С. 268-269.

73. ГОСТ Р 57412 – 2017 Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий : дата введения 2010-03-10. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 15 с.

74. ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов : дата введения 2013-09-27. – Москва : Стандартиформ, 2020. – 21 с.

75. ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения : дата введения 2013-08-28. – Москва : Стандартиформ, 2014. – 13 с.

76. ГОСТ 2.052-2015 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения : дата введения 2015-12-28. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 14 с.

77. ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения : дата введения 2013-08-28. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 12 с.

78. ГОСТ 2.054—2013 Единая система конструкторской документации. Электронное описание изделия. Общие положения: дата введения 2013-10-14. – Москва : Стандартиформ, 2013. – 17 с.

79. ГОСТ 2.055-2014 Единая система конструкторской документации. Электронная спецификация. Общие положения: дата введения 2019-10-14. – Москва : Стандартиформ, 2019. – 19 с.

80. ГОСТ 2.056-2014 Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие положения: дата введения 2016-07-14. – Москва : Стандартиформ, 2018. – 16 с.
81. ГОСТ 2.057-2014. Единая система конструкторской документации. Электронная модель сборочной единицы
82. ГОСТ 2.058-2016 "Единая система конструкторской документации. Правила выполнения реквизитной части электронных конструкторских документов
83. ГОСТ Р 2.601-2019 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Эксплуатационные документы
84. ГОСТ Р 2.610-2019 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов
85. ГОСТ 2.602-2013 "Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы"
86. ГОСТ 2.503— 2013 Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений
87. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 603
88. Дорожная карта на 2019 - 2020 гг. по переходу к разработке конструкторской документации на вооружение, военную и специальную технику в виде электронных документов.
89. Техническое задание на создание обитаемого подводного аппарата, НИЦ «Курчатовский институт», 2019 г.
90. ГОСТ Р 58300-2018 Управление данными об изделии. Термины и определения.
91. 7 Case Study. Newport News Shipbuilding digital transformation. /Тематическое исследование. Цифровая трансформация верфи Newport News Shipbuilding. – URL: <http://www.appitio.com/case-study/newport-news-shipbuilding-digitaltransformation>. (дата обращения: 24.05.2021 г.);

92. ГОСТ Р 58301-2018 Управление данными об изделии. Электронный макет изделия. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2018.

93. Техническое задание на модернизацию системы управления основными данными, в части ведения справочника номенклатуры, АО «ОСК», 2024 г.

94. Яценко О.В. «Проблемы управления конфигурацией изделия на основе электронного макета / Вестник Иркутского государственного технического университета. 2006. № 4-3 (28). С. 144-149;

95. Керемецкая Е.Р. Проблемы нормирования конструкторского труда при разработке электронного макета космического аппарата/ Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. Т. 2. № 12. С. 792-793.

96. ГОСТ Р 2.201-2023 Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов

97. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования

98. ISO 10013 Системы менеджмента качества – Руководящие указания по документированной информации

99. ГОСТ Р 1.4 – 2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения

100. ГОСТ Р 43.0.12 – 2018 Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Базы знаний в технической деятельности.

101. ГОСТ Р 58545 – 2019 Менеджмент знаний. Руководящие указания по сбору, классификации, маркировке и обработке информации.

Приложение А

(справочное)

Процессная модель и проблематика управления НСИ в АО «СПМБМ «Малахит»

В.1 Процессная модель ввода материалов (крепежа, кабелей) в ОБД

В настоящее время в АО «СПМБМ «Малахит» для выпуска конструкторской документации, в том числе документации эскизного (технического) проекта используется ОБД. Документация разрабатывается в том числе с применением САПР собственной разработки, которые используют информацию из ОБД. Перед выпуском конструкторского документа, содержащего информацию о материале (крепеже, кабеле) конструктор должен завести данную информацию в ОБД в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, для чего конструктором составляется соответствующая заявка на ввод информации. После обработки заявки подразделением, ответственным за управление ОБД необходимый материал появляется в базе и может быть применен в разрабатываемой ТД.

Обязательным условием ввода материала в ОБД является наличие в АО «СПМБМ «Малахит» ДС на поставку и на технические требования. Также обязательным требованием является наличие ОКМ у вводимого в базу материала.

В.2 Процессная модель ввода изделий в ОБД

Для того чтобы применяемое изделие попало в ОБД конструктор заполняет в интерфейсе *PDM* системы ИК на изделие на основании документа на поставку в соответствии с формулой заказа изделия.

После завершения процесса ввода, ИК программно попадает в сектор заказа оборудования и материалов и материального контроля, а затем в отдел, ответственный за управление ОБД на утверждение.

Перед утверждением ИК конструктор должен предъявить документ, на основании которого введена информация. Администратор подсистемы «Изделия» проверяет правильность и полноту заполнения ИК в соответствии с документом на поставку и завершает процесс. При этом информация ИК попадает в ОБД. После того как необходимое изделие появится в ОБД оно может быть применено в разрабатываемой ТД.в конечном итоге влияет на качество выпускаемой документации и в дальнейшем требует ее корректировки.

За счет автоматизация получения данных и формирования ВГО посредством САПР возрастет достоверность информации и уменьшится время подготовки и выдачи исходных данных подразделениями. Значительно сократится трудоемкость и продолжительность формирования заказной документации и ВГО. Будет максимально исключено влияние человеческого фактора при формировании и передачи исходных данных, что значительно повысит эффективность и качество проектирования.

В.3 Проблематика ведения НСИ в части материалов (крепежа, кабелей)

Конечная цель введения информации о материале в ОБД перед выпуском ТД является правильность формирования в ТД условного обозначения материала, соответствие информации ДС на поставку и ДС на технические требования.

В настоящее время процесс ввода материалов не вызывает трудностей за исключением необходимости кодирования материалов кодом ОКМ, в случае если материал (или его типоразмер) отсутствует в соответствующих классификаторах. В случае отсутствия кода ОКМ для материала, который подлежит применить в ТД, необходимо подготовить заявку на его кодирование, что занимает определенное время.

На ранних этапах проектирования, создаваемые материалы вводятся в ОБД без утвержденной технической документации и без кода ОКМ. Информация о таких

материалах подлежит актуализации после получения АО «СПМБМ «Малахит» утвержденной документации.

В.4 Проблематика ведения НСИ в части изделий

Конечной целью ввода изделий в ОБД является правильность формирования условного наименования изделия в соответствии с ДС на поставку (формулой заказа), а также единообразие информации примененной в ТД разработки АО «СПМБМ «Малахит».

В отличие от материалов, имеющих код ОКМ, однозначно определяющий конкретный материал (в том числе его типоразмер) для изделий на настоящее время такого кода не существует, что вызывает ряд проблем. Работы по присвоению кодов АО «ОСК» в настоящее время приостановлены. Наличие обозначения изделия по ЕСКД также не решает проблему однозначной классификации.

Рассмотрим на примере преобразователей давления ПДА-А, ПДИ-А, ПДД-А по ШЮГИ.460040.157ТУ. В соответствии с ШЮГИ.460040.157ТУ обозначение исполнения преобразователя для записи в коде заказа определяется по следующей структуре:

ШЮГИ.406239.0[A][B]-[CC].[DD]

где [A], [B], [CC], [DD] - значения параметров изделия в соответствии с ТУ.

Несмотря на то, что разработчиком изделия максимально возможно учтена вариативность изделия, обозначение при заказе одной из его вариаций может выглядеть следующим образом: «Преобразователь давления ПДИ-А-С-1.6 МПа-4-2- мА(2)-СвДу8-16 - Т20 ШЮГИ.406239.020-06.19 по ШЮГИ.460040.157ТУ, кожух 232-3/22, кожух 232-3/14».

Исходя из примера обозначения при заказе, а также ШЮГИ.460040.157ТУ видно, что обозначением ШЮГИ.406239.020-06.19 не учитывается вся конфигурация заказываемого изделия (например, конфигурация кожуха или

наличие/отсутствие свидетельства о чистоте). При применении данного изделия несколькими проектантами возможна различающаяся запись данного изделия в заказной документации, а также ошибки при заказе изделия.

В случае если на заводе-строителе строятся заказы нескольких ПКБ, возникает необходимость детального анализа заказываемых изделий из-за неимения универсального идентификатора, однозначно описывающего конфигурацию заказываемого изделия.

Описанный выше пример частично использует для идентификации обозначение по ЕСКД и в ШЮГИ.460040.157ТУ максимально описана вариативность изделия при заказе.

Куда хуже обстоят дела с прочими изделиями, не имеющими никакого обозначения, а также детального описания параметров и формулы заказа в документации на поставку. Отдельно стоит отметить проблему кодификации щитов с автоматическими выключателями по ОСТ 5Р.6004, формула заказа данных изделий и их наполнение определяется лицевыми листами - конструкторскими документами, разрабатываемыми под каждую конфигурацию конкретного щита на конкретном заказе.

На ранних этапах проектирования, с целью формирования электронной структуры создаваемого объекта морской техники, в ОБД может заводиться информация об изделиях, которые подлежат разработать в рамках СЧ ОКР. Такие изделия на момент ввода могут не иметь обозначения, а также точных значений характеристик. Информация о таких изделиях подлежит уточнению после получения утвержденных ТУ. В качестве обозначений таких изделий в АО «СПМБМ «Малахит» используется обозначение ТЗ на СЧ ОКР по его созданию.

Приложение Б

(справочное)

Акт о внедрении результатов работы в АО «СПМБМ «Малахит»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ
МОРСКОЕ БЮРО МАШИНОСТРОЕНИЯ
«МАЛАХИТ»



№ _____
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель
генерального директора –
главный инженер
АО «СПМБМ «Малахит»

Н.А. Новоселов
2024 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Гейко Сергея Андреевича на тему «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей информационно-управляющих систем сквозного создания наукоёмких объектов»

Комиссия в составе:

Председателя комиссии:

Главного технолога – руководителя отделения, А.Н. Попова

Членов комиссии:

Заместителя начальника отдела

информационных технологий С.А. Никифорова

Начальника сектора стандартизации М.А. Лабцекого;

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Гейко С.А. «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей информационно-управляющих систем сквозного создания наукоёмких объектов»:

Исполнитель:

Телефон:



196135, Санкт-Петербург,
ул. Фрунзе, д.18
Телетайп: 122521 «БОТ»

Тел.: (812) 242-85-85
Факс: (812) 388-17-19
E-mail: info-ckb@malachite-spb.ru

- Методика оптимизации атрибутивного состава, совершенствующая элементы структуры информационно-управляющей системы;

- Алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией, используемой при проектировании;

- Методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоёмких объектов; были внедрены в АО «СПМБМ «Малахит».

Внедренные в работу АО «СПМБМ «Малахит» результаты в рамках НИР «Разработка программного обеспечения по управлению и ведению информации в ОБД по предложениям подразделений», отраженные в техническом отчете № ЛТПИ-222.010.001-2022, сократили время ввода данных в информационно-управляющую систему процессом проектирования на 26,4 % за счет сокращения атрибутивного состава информационного объекта. Срок прохождения этапов контроля правильности заполнения информационной карты сократился с 1 ч 25 минут до 36 минут. Количество инцидентов, возникающих в ходе взаимодействия с заводом-изготовителем сократилось на 38,4 %.

Председатель комиссии:

Главный технолог –
руководитель отделения



А.Н. Попов

Члены комиссии:

Заместитель начальника отдела
информационных технологий



С.А. Никифоров

Начальник сектора стандартизации



М.А. Лабетский

Приложение В

(справочное)

Акт о внедрении результатов работы в ПАО «Роствертол»



**Ростовский вертолетный производственный комплекс
Публичное акционерное общество «Роствертол» имени Б.Н. Слюсаря**

АКТ

«18» 09 2024 г.

№ 260-229

УТВЕРЖДАЮ

Первый зам. главного инженера –
Главный технолог


Д.В. Максимов
«18» 09 2024 г.
М.П.


О внедрении результатов диссертационной работы на тему «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей информационно-управляющих систем сквозного создания наукоемких объектов»

Комиссия в составе:

Председатель комиссии:

Зам. главного технолога – начальник отдела по сопровождению инженерных данных и информационным технологиям А.А. Матросов

Члены комиссии:

Начальник отдела технической документации П.С. Ситников

Начальник бюро технологического состава изделия Бурыкин А.А.

рассмотрела результат диссертационной работы Гейхо Сергея Андреевича «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей

информационно-управляющих систем сквозного создания наукоемких объектов».

По результатам рассмотрения Методика оптимизации атрибутивного состава, совершенствующая элементы структуры информационно-управляющей системы внедрена в ПАО «Роствертол».

Внедрённый в работу ПАО «Роствертол» результат диссертационной работы сократил время ввода данных о применяемых при производстве изделиях, материалах и технологической оснастке в используемую в организации автоматизированную систему управления технологическими процессами на 18.6%.

Председатель комиссии:

Зам. главного технолога –
начальник отдела по сопровождению
инженерных данных и
информационным технологиям

А.А. Матросов

Члены комиссии:

Начальник отдела технической
документации

П.С. Ситников

Начальник бюро технологического
состава изделия

А.А. Бурыкин

Приложение Г

(справочное)

Акт о внедрении результатов работы в учебный процесс

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГТУ «Военмех»

им. Д.Ф. Устинова



К.М. Иванов

«28» 07 2024 г.

АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Гейко Сергея Андреевича на тему «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей информационно-управляющих систем сквозного создания наукоёмких объектов»

Комиссия в составе: председатель комиссии – проректор по образовательной деятельности и цифровизации д.т.н., проф. Шашурин А.Е., декан факультета О «Естественнонаучный», к.т.н., доцент Матвеев П.В., декан факультета Е «Оружие и системы вооружения» к.т.н. Суслин А.В., доцент кафедры О7 «Информационные системы и программная инженерия» к.т.н., доц. Добросельский М.А.

составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы Гейко С.А. «Методики и алгоритмы расширения функциональных возможностей информационно-управляющих систем сквозного создания наукоёмких объектов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук:

– алгоритмическое и информационное обеспечение центра управления нормативно-справочной информацией, используемой при проектировании;

– методика оценки и снижения рисков информационного обмена между проектантом и изготовителем наукоёмких объектов,

использованы в деятельности в деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова».

Материалы диссертационной работы Гейко Сергея Андреевича были использованы в учебном процессе БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в дисциплинах «Принципы формализации процессов в вычислительных системах» и «Информационная поддержка жизненного цикла промышленного изделия» (09.04.04 «Программная инженерия») и «Информационно-системное обеспечение компьютерно-интегрированных производств» (15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»).

Председатель комиссии:



А.Е. Шашурин

Члены комиссии:



П.В. Матвеев



А.В. Суслин



М.А. Добросельский

Приложение Д

(справочное)

Фрагмент отраслевого классификатора

Д.1 Область применения

Область применения единого классификатора системы нормативно-справочной информации АО «ОСК» распространяется на изделия и материалы, вносимые в систему управления нормативно-справочной информации.

Д.2 Общие положения

Классификатор является нормативным документом, определяющим:

перечень классов, подклассов и группировок, необходимых для классификации изделий и материалов, используемых в системе нормативно-справочной информации;

перечень характерных особенностей (свойств, технических характеристик, видов, исполнений и т.д.) для каждого класса, подкласса или группировки;

Классификатор разрабатывается с целью обеспечения возможности:

автоматизированной классификации изделий и материалов содержащихся в различных базах данных;

внесение изделий и материалов в каталог изделий и материалов с присвоением каждой структурной единице кода;

получения справочной информации об изделии или материале, включая все необходимые характеристики, заложенные в классе, подклассе или группировке;

сравнение характеристик нескольких изделий или материалов с целью выбора наиболее подходящего для решения конкретной задачи.

Единый классификатор системы нормативно-справочной информации АО «ОСК» базируется на основе следующих классификаторов:

Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2);

Общероссийский классификатор продукции (ОКП);

Классификатор по ГОСТ 2 ЕСКД Электронный каталог изделий, Электронная структура изделия;

Классификатор по ГОСТ 2 ЕСКД 36 класс;

Классификатор по SFI.

Для однозначной классификации изделия и материала по единому классификатору системы нормативно-справочной информации в последнем сохранена ссылочная связь с вышеописанными российскими и международными классификаторами.

В основе иерархической структуры единого классификатора системы нормативно-справочной информации заложен перечень основных классов, подклассов и группировок Общероссийского классификатора продукции (ОКП), закрепленных за судостроительной промышленностью, сформированный на основании ОСТ5Р.0716-2002 «Отраслевой фонд общероссийских и отраслевых классификаторов технико-экономической информации».

Взаимосвязь классов и подклассов единого классификатора системы нормативно-справочной информации и структуры Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) реализована с учетом утвержденных Министерством экономического развития Российской Федерации правил соответствия (переходных ключей) и опубликованных на официальном сайте Министерства экономического развития Российской Федерации.

Взаимосвязь классов и подклассов единого классификатора системы нормативно-справочной информации с Классификатором по ГОСТ 2 ЕСКД (включая 36 класс), Классификатором SFI определена на основании анализа соответствия наименований классов (подклассов, групп) вышеуказанных классификаторов.

Д.3 Код Классификатора подсистемы НСИ

Д.3.1 Структура кода Классификатора подсистемы НСИ

Д.3.1.1 Структура кода классов, подклассов и группировок изделий в едином классификаторе системы нормативно-справочной информации АО «ОСК» базируется на правилах формирования кода Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) и представляет собой двенадцатизначный, цифровой код, имеющий следующую структурную формулу:

XXXXXXXXXX.YYY,

где XXXXXXXXXXXX – базовый код единого классификатора системы нормативно-справочной информации, разработанный на основе кода Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2), дополненного при необходимости нулями до девяти знаков;

YYY – номер класса, подкласса или группировки в рамках базового кода единого классификатора системы нормативно-справочной информации. Является порядковым номером класса, подкласса или группировки, начинается с 001.

Д.3.1.2 Структура кода классов, подклассов и группировок материалов в едином классификаторе системы нормативно-справочной информации базируется на правилах формирования кода Отраслевого классификатора материалов представляет собой двенадцатизначный, цифровой код, имеющий следующую структурную формулу:

0XXXXXXXXX.XXX,

где XXXXXXXXXXXX.XXX – базовый код единого классификатора системы нормативно-справочной информации, разработанный на основе кода Отраслевого классификатора материалов.

Д.3.2 Порядок определения кода для изделий (материалов) на основе единого классификатора системы нормативно-справочной информации АО «ОСК».

Структура кода изделия (материала) по единому классификатору системы нормативно-справочной информации представляет собой шестнадцатизначный, цифровой код, имеющий следующую структурную формулу:

XXXXXXXXXX.XXX.ZZZZ,

где XXXXXXXXXXXX.XXX – полный двенадцатизначный код класса, подкласса или группировки единого классификатора системы нормативно-справочной информации;

ZZZZ - порядковый номер изделия (материала) в каталоге, который присваивается по мере наполнения базы данных изделиями или материалами, начинается с 0001.

Структура Классификатора

Единый классификатор системы нормативно-справочной информации состоит из иерархической и фасетной (атрибутивной) части.

В настоящем документе иерархическая часть представлена в табличной форме (см. таблицу 1).

Таблица Д.1 – Заголовок таблицы «Классы, подклассы и группировки единого классификатора системы нормативно-справочной информации»

Код классификатора системы управления НСИ	Наименование категории	Соответствие с отраслевыми системами кодификации			
		Код ОКП	Код ОКПД2	Код ЕСКД	Код SFI

где, Столбец 1 – Код классификатора системы управления НСИ – содержит код единого классификатора системы нормативно-справочной информации, полученный способом описанном в разделе 3 настоящего документа;

Столбец 2 - Наименование категории – содержит информацию о наименовании класса, подкласса или группировки единого классификатора

системы нормативно-справочной информации, полученную в результате отбора классов, подклассов и группировок, закрепленных за судостроительной промышленностью, из Общероссийского классификатора продукции (ОКП);

Столбец 3 – Код ОКП – код Общероссийского классификатора продукции, соответствующий наименованию категории;

Столбец 4 – Код ОКПД2 – код Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности, соответствующий наименованию категории;

Столбец 5 – Код ЕСКД – код Единой системы конструкторской документации, соответствующий наименованию категории;

Столбец 6 – Код SFI, соответствующий наименованию категории.

Пример представления иерархической части класса единого классификатора представлен в таблице 2.

Таблица Д.2 - Представление иерархической части класса единого классификатора

Код классификатора системы управления НСИ	Наименование категории	Соответствие с отраслевыми системами кодификации			
		Код ОКП	Код ОКПД2	Код ЕСКД	Код SFI
281410000.002	Арматура ручная судовая	291000	28.14.1	491000	301020
					302020
					305016
					306016
					308014
					308028
					311009
					311023

					311026
					354010
					375001
					408004
					414029
					554019
					601020

Атрибутивная (фасетная) часть представлена в табличной форме, согласно таблице 3.

Таблица 3 – Заголовок таблицы «Атрибутивная (фасетная) часть единого классификатора нормативно-справочной информации»

Состав атрибутов				
Обязательные (наследуемые) атрибуты	Атрибуты класса, подкласса, группировки	Тип	Возможные значения (колонка в классификатор не попадает)	Единицы измерения

Под обязательными (наследуемыми) атрибутами понимаются атрибуты, являющиеся обязательными для заполнения для изделий (материалов), включенных в указанный класс, а также его любой подкласс (группировку) указанного класса.

Примечание: в различных классах состав обязательных (наследуемых) атрибутов может отличаться, но он обязан наследоваться до подклассов и группировок в рамках одного класса.

Пример заполнения фасетной части класса единого классификатора, представлен в таблице 4:

Таблица Д.4 – Пример заполнения фасетной части класса единого классификатора

Состав атрибутов		
Обязательные (наследуемые) атрибуты	Атрибуты класса, подкласса, группировки	Возможные значения (колонка в классификатор не попадает)
Наименование		Буквенно-цифровое значение
Обозначение		Буквенно-цифровое значение
Документ на поставку		Буквенно-цифровое значение
	Код ФНН (Федеральный номенклатурный номер)/NSN	Тринадцатиразрядный цифровой код
Масса, кг		Цифровое значение с плавающей запятой
	Условный проход Dn, мм	Цифровое значение с плавающей запятой
	Номинальное давление Pn, кгс/см ²	Цифровое значение с плавающей запятой
	Проводимая среда	Масло/Топливо
		Вода
		Пар
	Материал	Сталь углеродистая
		Нержавеющая сталь
		Бронза
		Латунь
		Сплав специальный
	Тип управления	Гидропривод
		Гидропривод, ручная
		Пневмогидропривод
		Ручная
		Сервомотор
		Электропривод
		Электропривод, ручная
	Прочее	