

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Направление 09.04.03 Прикладная информатика
Кафедра Информационные системы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Информационная система поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей

УДК 004.732:621.791:621.762

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17ВМ51	Карцев Д.С.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернышева Т.Ю.	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры БЖД и ФВ	Гришагин В.М.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ИС	Захарова А.А.	к.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Применять глубокие математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте в сфере прикладной информатики
P2	Ставить и решать инновационные задачи комплексного анализа, связанные с информатизацией и автоматизацией прикладных процессов; созданием, внедрением, эксплуатацией и управлением аналитическими информационными системами в экономике, с использованием глубоких знаний, современных аналитических методов и сложных моделей в условиях неопределённости
P3	Выполнять инновационные проекты автоматизации и информатизации с применением глубоких и принципиальных знаний, оригинальных методов, для создания новых информационных систем, обеспечивающих конкурентное преимущество на рынке аналитических систем
P4	Проводить инновационно-аналитические исследования процессов в экономике, включающие критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности с применением глубоких и принципиальных знаний и оригинальных методов для решения прикладных задач в условиях неопределённости
P5	Создавать и интегрировать на основе глубоких и принципиальных знаний компоненты информационных систем объектов автоматизации и информатизации, принимать решения в процессе эксплуатации ИС по обеспечению требуемого качества, надежности и информационной безопасности ее сервисов
P6	Демонстрировать особые компетенции, связанные с уникальностью задач, объектов и информационных процессов и видов инновационной деятельности в области аналитической экономики (научно-исследовательская, производственно-технологическая, организационно-управленческая, проектная и др.) на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, а также готовность следовать их корпоративной культуре
P7	Использовать глубокие и принципиальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной профессиональной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной профессиональной деятельности
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной профессиональной деятельности
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всей жизни в профессиональной деятельности
P12	Осознавать необходимость к самостоятельному обучению и непрерывному самосовершенствованию в течении всей жизни

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»
Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика
Кафедра Информационных систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ИС
Захарова А.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич

Тема работы:

Информационная система поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)

19/С от 30.01.2017г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

7.06.2017г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Информационная система выполняет функции: 1) учет информации о наноструктурированных порошках; 2) расчет значений параметров эксперимента; 3) учет результатов экспериментов; 4) выбор оптимального количества порошков для сварки коррозионно-стойких сталей.
---------------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы; 2. Объект и методы исследования; 3. Разработка информационной системы (теоретический анализ; инженерные расчеты; разработка конструкции; технологическое, организационное проектирование); 4. Результаты проведенного исследования (разработки); 5. Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»; 6. Раздел «Социальная ответственность»; Заключение (выводы);
Перечень графического материала	<ol style="list-style-type: none"> 1. Входная, выходная информация, функции информационной системы 2. Информационная модель 3. Структура интерфейса ИС
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич, ассистент кафедры ЭиАСУ
6 Социальная ответственность	Гришагин Виктор Михайлович, к.т.н., доцент кафедры БЖДиФВ
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
1 Обзор литературы	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.01.2017
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернышева Татьяна Юрьевна	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17BM51	Карцев Дмитрий Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ИС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.03 «Прикладная информатика»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	1. Приобретение компьютера - 25000 рублей 2. Приобретение программного продукта – 15000 руб
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	1. Оклад программиста 9600,00 рублей. 2. Срок эксплуатации – 5 лет 3. Норма амортизационных отчислений – 25% 4. Ставка 1 кВт на электроэнергию – 3,50 рублей 5. Средняя годовая з/пл специалиста – 12480 рублей

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Была произведена оценка коммерческого потенциала.
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определены ресурсные, финансовые и экономические эффективности работы.

Перечень графического материала

Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ (представлено на слайде)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.01.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭиАСУ	Нестерук Дмитрий Николаевич	ассистент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ИС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	09.04.03 «Прикладная информатика»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вредных проявлений факторов производственной среды 2. (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) 3. опасных проявлений факторов производственной среды 4. (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) 5. негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) 7. чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Параметры микроклимата кабинета следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> – температура воздуха: <ul style="list-style-type: none"> в холодный период (при искусственном отоплении): 20 – 21 °С; в теплый период: 22 – 25 °С; – относительная влажность воздуха: <ul style="list-style-type: none"> в холодный период составляет 38 – 56 %; в теплый период – 42 – 62 %. <p>Параметры трудовой деятельности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – категория работ – 1а – с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением; – вид трудовой деятельности – группа А и Б – работа по считыванию и вводу информации с экрана монитора; – категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ – I группа; – уровень шума – 80 дБ; – средства пожаротушения – огнетушитель ОП-4(3)-ВСЕ. <p>Основные характеристики используемого осветительного оборудования и рабочего помещения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – тип светильника – ШОД; – наименьшая высота подвеса ламп над полом – $h_2 = 2,5$ м; – нормируемая освещенность рабочей поверхности $E = 300$ лк для общего освещения; – длина $A = 10$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 2,5$ м. – коэффициент запаса для помещений с малым выделение пыли $k = 1,5$; – высота рабочей поверхности – $h_1 = 0,8$ м; – коэффициент отражения стен $\rho_c = 30\%$ (0,3) - для стен оклеенных светлыми обоями; – коэффициент отражения потолок $\rho_p = 70\%$ (0,7) - потолок побеленный.
<p><i>Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гост 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. 2. Гост 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. 3. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ. – М.: Министерство РФ по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003. 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 2003.

	<p>5. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997.</p> <p>6. Федеральным законом об образовании в РФ 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 05.05.2014) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 06.05.2014).</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><i>Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; -действие фактора на организм человека; -приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); -предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Выявленные вредные факторы: электромагнитные поля и излучения, неправильная эргономическая организация рабочего места.</p>
<p><i>Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -механические опасности; -электробезопасность; -пожаровзрывобезопасность. 	<p>Выявленные опасные факторы: электрический ток, пожароопасность.</p>
<p><i>Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -защита селитебной зоны -анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); -анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); -анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); -разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Воздействием на литосферу со стороны объекта исследования является нарушение плодородного слоя почвы при поведении работ. ГОСТ 17.4.3.02-85: Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.</p>
<p><i>Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -перечень возможных ЧС на объекте; -выбор наиболее типичной ЧС; -разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; -разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; -разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Возможные чрезвычайные ситуации на объекте: пожар, землетрясение, террористический акт</p>
<p><i>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ЗАКОН КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ от 4 июля 2002 года № 50-ОЗ «Об охране труда» (с изменениями на 11 марта 2014 года)</p>
Перечень графического материала:	
<p><i>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</i></p>	<p>Схема расположения ламп в кабине?</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	30.01.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры БЖДиФВ	Гришагин Виктор Михайлович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич		

The Abstract

The master's thesis contains 111 pages, 39 figures, 11 tables, 21 sources.

Key words: information system, expert, welding, nanostructure powder, dimensionless function.

The object of the study is the process of determining the rational amount of a nanostructure powder.

The aim of the master's thesis is to develop a decision support system when choosing a rational number of nanostructure modifier powders for welding corrosion-resistant steels.

In the process of the research, a theoretical analysis, a review of analogues, design and development of an information system were carried out.

As a result of the work, a system has been developed that implements the following functions: taking into account information on nanostructured powders, calculating the values of experimental parameters, taking into account the results of experiments, and choosing the optimum number of powders for welding corrosion-resistant steels.

The development environment was chosen "1C: Enterprise 8". The flexibility of the platform allows you to apply it in a wide variety of areas.

The developed system is introduced into the educational process and scientific activity of the Department of WP UTI TPU.

Expenses for the development of the project amounted to 8778.5 rubles, the economic effect from the introduction - 9875.4 rubles. Economic efficiency factor 1.1, payback period - 0.84 years.

In the future, it is possible to improve the system by introducing the function of accounting for the dynamics of the change in the dimensionality of the structure of the modified steel.

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация содержит 111 страниц, 39 рисунка, 11 таблиц, 21 источник.

Ключевые слова: информационная система, эксперт, сварка, наноструктурированный порошок, безразмерная функция.

Объектом исследования является процесс определения рационального количества наноструктурированного порошка.

Целью магистерской диссертации является разработка системы поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей.

В процессе исследования проводился теоретический анализ, обзор аналогов, проектирование и разработка информационной системы.

В результате работы разработана система, реализующая следующие функции: учет информации о наноструктурированных порошках, расчет значений параметров экспериментов, учет результатов экспериментов, выбор оптимального количества порошков для сварки коррозионно-стойких сталей.

Средой разработки была выбрана «1С: Предприятие 8». Гибкость платформы позволяет применять ее в самых разнообразных областях.

Разработанная система внедрена в учебный процесс и научную деятельность кафедры СП ЮТИ ТПУ.

Затраты на разработку проекта составили 8778,5 руб., экономический эффект от внедрения - 9875,4 руб., коэффициент экономической эффективности 1,1, срок окупаемости – 0,84 года.

В дальнейшем возможно усовершенствование системы внедрением функции учета динамики изменения размерности структуры модифицируемой стали.

Определения, обозначения, сокращения

В работе используются следующие сокращения:

ИС – информационная система;

САПР – система автоматизированного проектирования;

НП – нанопорошок;

ПП – программный продукт;

БД – база данных;

ЛПР - лицо принимающее решение;

ПО – программное обеспечение;

ОС – операционная система.

Безразмерная функция – это функция, используемая для нахождения рационального количества наноструктурированного порошка в транспортирующем газе.

Наноструктурированный порошок-модификатор – ультрадисперсные частицы, полученные электрическим взрывом проводника.

Электрический взрыв проводников - явление взрывообразного разрушения металлического проводника при прохождении через него импульса тока очень большой плотности.

Содержание

Введение.....	13
1.Обзор литературы.....	15
2. Объект и методы исследования.....	27
2.1. Анализа деятельности предприятия.....	27
2.2. Задачи исследования.....	32
3.Расчеты и аналитика.....	45
3.1. Теоретический анализ.....	45
3.2. Инженерный расчет.....	47
3.3. Среда разработки.....	48
3.4. Технологическое проектирование.....	54
3.4.1. Справочники.....	54
3.4.2. Документы.....	59
3.4.3. Отчёты.....	64
3.5. Организационное проектирование.....	70
4. Результат проведенного исследования.....	72
4.1.Квалиметрическая оценка проекта.....	72
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	74
5.1 Оценка коммерческого потенциала НТИ	74
5.2 Анализ структуры затрат проекта	79
5.2.1 Зарботная плата исполнителей	79
5.2.2 Затраты на оборудование и программное обеспечение.....	81
5.2.3 Расчет затрат на текущий ремонт.....	83
5.2.4 Затраты на электроэнергию	83
5.2.5 Накладные расходы	84
5.2.6 Расчет эксплуатационных затрат.....	86
5.3 Расчет показателя экономического эффекта.....	88
6. Социальная ответственность	74
6.1 Техногенная безопасность	91

6.2 Региональная безопасность.....	96
6.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности	97
6.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений.	101
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	103
Заключение	106
Список публикаций студента.....	108
Список использованных источников.....	109
Приложение А Обзор литературы.....	112
DVD-Диск 4700 Мб с программой	В конверте на обороте обложки
Графический материал:	На отдельных листах
Входная, выходная информация, функции информационной системы	Демонстрационный лист 1
Инфологическая модель	Демонстрационный лист 2
Структура интерфейса ИС	Демонстрационный лист 3

Введение

В современном мире производство выдвигает высокие требования к сварным конструкциям. Одна из основных задач - улучшение технико-экономических показателей путем снижения удельной металлоемкости конструкций, повышения эксплуатационной надежности и долговечности с одновременным снижением показателей ресурсных и трудовых затрат. Сварке могут быть подвержены практически все металлы и неметаллы (различные пластмассы, стекло, керамика и др.) в различных условиях – на Земле, в морских глубинах и в космическом пространстве. Толщины свариваемых деталей колеблются в диапазоне от микрометров до метров, а масса сварных изделий – от долей грамма до сотен, а то и тысяч тонн. В большом количестве случаев сварка является единственным возможным или наиболее эффективным способом получения неразъемных соединений конструкционных материалов и получения ресурсосберегающих заготовок, геометрически максимально приближенных к оптимальной форме готового изделия или конструкции. Большинство технических систем содержат в себе металлоконструкции, которые работают в условиях ударного, циклического и знакопеременного нагружения, при высоких или низких температурах и в агрессивных средах. Как правило, процесс разрушения металлоконструкций, берет начало в области сварного соединения, что говорит о том, что эта зона термического влияния значительно уступает по различным прочностным и эксплуатационным характеристикам основному металлу. Поэтому актуализируется вопрос о повышении ресурса, долговечности и эксплуатационной надежности сварных соединений. Один из способов получения равнопрочного соединения - это применение наноструктурированных материалов, а конкретно наноразмерных порошковых модификаторов. А так как, применение наноразмерных материалов при дуговой сварке плавящимся электродом изучено мало, то научной новизной данной работы будет являться применение нанопорошков при дуговой сварке

плавающимся электродом в аргоне, а также их влияние на коррозионную стойкость металла.

Объектом исследования работы будет являться процесс определения рационального количества наноструктурированного порошка.

Целью работы - разработка системы поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей.

Создание информационной системы поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей будет актуально, т.к. в настоящее время активно ведутся исследования в области модифицирования сварных соединений с применением наноструктурированных порошков.

1 Обзор литературы

Размер зерна напрямую влияет на технологические, механические и эксплуатационные свойства поверхностных слоев металла. Существенное влияние на размер зерна может оказать модифицирование. Большой эффект при модифицировании достигается при введении в расплав нанодисперсных частиц с более высокой температурой плавления, чем у стали. В данной области в настоящее время активно ведутся исследования.

В статье В.А. Нечаев, С.В. Юнгер [1] приведены результаты исследования влияния длительного нагрева при 500° С на склонность к межкристаллитной коррозии стали 1X18H9T с различным соотношением углерода и титана и сварных швов на ней, выполненных под флюсом проволоками Св-07X18H9ТЮ бывш. (ЭИ793), Св-08X20H9Г7Т бывш. (ЭИ613), ЭИ649 (05X19H9ФСБ), ЭИ902 (X19H10MЗБ), Св-04X19H11MЗ, Св-04X19H9. Стабилизирующий отжиг при 875°С существенно повышает стойкость к межкристаллитной коррозии сварных соединений стали 1X18H9T.

Выявлено, что стойкость против межкристаллитной коррозии стали 1X18H9T после длительного нагрева при 500°С практически может быть сохранена только стабилизирующим отжигом при 875° С, 2 час.

При длительном нагреве до 500°С (3500 час.) стойкость против межкристаллитной коррозии швов на стали 1X18H9T, выполненных автоматами, сохраняется при использовании сварочной проволоки Св-07X19H9ТЮ, ЭИ902 (X19H10MЗБ) и Св-08X20H9Г7Т. При этом сварные швы должны обязательно подвергаться стабилизирующему отжигу при 875°С, 2—3 час.

Авторы данной статьи Н.И. Каховский, К.А. Ющенко, З.В. Юшкевич [2] исследовали свариваемость коррозионно-стойкой стали 0X21H6M2T, предназначенной для замены X17H13M2T(бывш. X18H12M2T). Приведены механические свойства, и коррозионная стойкость в некоторых средах

сварных соединений этой стали и даны рекомендации по ее сварке.

Соединения из стали 0X21H6M2T, выполненные по рекомендуемой технологии сварки, обладают вполне удовлетворительными механическими свойствами, стойки против межкристаллитной коррозии, определяемой по стандартной методике АМ, и удовлетворительно стойки в ряде сред повышенной агрессивности (муравьиная, уксусная кислоты и др.).

Для автоматической сварки под флюсом стали 0X21H6M2T можно использовать электродную проволоку, имеющую состав, идентичный с основным металлом, в сочетании с флюсом АНФ-6, а также проволоки Св-04X19H11M3, Св-06X19H10M3Т, 0X20H11M3ТБ в сочетании с флюсами АНФ-6, АН-26 и подобными. Если изделие предназначено для эксплуатации в условиях воздействия сред средней агрессивности (уксусная кислота и др.), может быть использована проволока Св-04X19H9Ф2С2 при условии однопроводной сварки с глубоким проплавлением, обеспечивающей максимальный переход молибдена в шов из основного металла.

В статье [3] исследовано влияние кратковременного сварочного и провоцирующего нагрева при температуре 650°С на коррозионную стойкость стали 0X17H5Г9АБ и ее соединений. Рекомендованы присадочные материалы для дуговой сварки исследованной стали. Приведены механические и противокоррозионные свойства соединений.

Выявлено, что для ручной сварки стали 0X17H5Г9АБ можно применять электроды с покрытием ЦЛ-11 из проволоки того же состава, что и свариваемая сталь.

В качестве присадочного металла при аргонодуговой сварке, под флюсом и в углекислом газе можно использовать проволоку 0X17H5Г9АБ с 1,2—1,5% Nb. Для сварки под флюсом могут также применяться проволоки Св-08X19H10Б или 08X19H9ФБС (ЭИ649), а для сварки в углекислом газе—08X20H9С2БТЮ или 08X19H9ФБС. При сварке проволокой 08X19H9ФБС как под флюсом, так и в углекислом газе ударная вязкость металла шва ниже, чем при использовании дру-

гих рекомендованных проволок. Флюс для автоматической и полуавтоматической сварки — тот же, что и для сварки стали 18-8.

Во всех случаях подготовка кромок под сварку и режимы сварки стали 0X17H5Г9АБ такие же, как и для стали 18-8.

Соединения из стали 0X17H5Г9АБ, сваренные по рекомендуемой технологии, по сравнению с соединениями из стали X18H10T (бывш. 1X18H9T) обладают более высоким пределом текучести, практически такими же пределом прочности и пластичностью, но меньшей ударной вязкостью. По коррозионной стойкости в кипящей 65%-ной азотной кислоте сварные соединения из стали 0X17H5Г9АБ, превосходят соединения из стали X18H10T.

Обнаружено отрицательное влияние ванадия и кремния при содержании более 1,0% каждого на общую коррозионную стойкость сварных швов в азотной кислоте.

В статье [4] Н.И. Коперсак привел результаты исследования влияния молибдена, вольфрама, ванадия, кремния и марганца на охрупчивание после длительного 475°-ного нагрева аустенитно-ферритного наплавленного металла типа 18-8 при больших и малых содержаниях, α – фазы.

Основным средством ограничения 475°-ной хрупкости в аустенитно-ферритном хромоникелевом металле является предельное снижение содержания α - фазы в нем.

Дополнительное легирование аустенитно-ферритного наплавленного металла молибденом, ванадием, вольфрамом, кремнием и марганцем не устраняет развития охрупчивания после длительного нагрева при 475°С. Все эти элементы в большей или меньшей мере ускоряют процессы охрупчивания и снижают ударную вязкость, достигаемую при максимальном охрупчивании.

В области малых содержаний α - фазы дополнительное легирование мало влияет на ударную вязкость наплавленного металла в состоянии 475°-ной хрупкости.

В данной статье [5] исследовали свариваемость коррозионностойких сталей марок 1X21H5T, 0X21H5T, 0X21H5Б и 0X21H3T, предназначенных для замены сталей X18H9, 0X18H10T, X18H10T, 0X18H9T. Разработаны рекомендации по сварке этих сталей. Приведены механические свойства и коррозионная стойкость в азотной кислоте металла швов и сварных соединений.

Соединения хромоникелевых ферритно-аустенитных сталей типа 21-3 и 21-5, сваренные вручную электродами ЦЛ-11 (проволока Св-08X19H10Б) или электродами из проволоки 0X21H5T с покрытием ЦЛ-11, обладают удовлетворительными механическими свойствами и коррозионной стойкостью. Аналогичное легирование хромом, аустенитообразующими и стабилизирующими элементами металла шва, выполняемого механизированными способами дуговой сварки, обеспечивает необходимые свойства сварных соединений ферритно-аустенитных сталей.

Для сварных соединений определены допустимые концентрации и температуры азотной кислоты. Необходимо исследовать коррозионную стойкость сварных соединений ферритно-аустенитных сталей в других агрессивных средах.

В статье [6] Н.И. Каховский, К.А. Ющенко исследовали микроструктуру, ударную вязкость и коррозионную стойкость металла околошовной зоны сварных соединений из хромоникелевых ферритно-аустенитных сталей типа 21-3 и 21-5. Обнаружена структурная коррозия металла в прилегающем ко шву участке при воздействии концентрированной азотной кислоты. Объяснена природа этой коррозии в исследованных сварных соединениях.

В результате структурных изменений при сварке ферритно-аустенитных сталей, стабилизированных титаном, в участке, примыкающем к шву, может происходить структурная коррозия металла в сильных агрессивных средах. При этом происходит интенсивная коррозия по линии сплавления со швом и в сварных соединениях из стали X18H10T.

В данной работе определены допустимые концентрации и температуры только для азотной кислоты. Для изучения коррозионной стойкости сварных соединений из ферритно-аустенитных сталей в других средах необходимы дополнительные исследования.

Обнаружено положительное влияние ниобия в ферритно-аустенитной стали на стойкость против структурной коррозии околошовной зоны. Это открывает более широкие перспективы использования данной стали для изготовления аппаратов, работающих в азотной кислоте повышенной концентрации.

Авторы статьи [7] изучали коррозионную стойкость сварных швов аустенитно-ферритных хромоникелевых сталей в щелочных средах. Образцы изготавливали из сварных соединений стали 12X18H10T, а также из многослойных наплавов. Сварку и наплавку производили электродами типа Э-10X18H10Г2Б и опытными электродами с добавками хрома, никеля и марганца в покрытие. Коррозионную стойкость металла оценивали массометрическим методом по результатам испытаний образцов в 30—55%-ном растворе NaOH в течение 144 ч. при температуре кипения. С целью изучения механизма коррозионного разрушения структурных составляющих металла шва проводили также поэтапные металлографические исследования образцов после нарастающей во времени выдержки в щелочном растворе.

Испытания образцов показали, что металл шва с аустенитной структурой имеет более высокую коррозионную стойкость по сравнению с аустенитно-ферритным наплавленным металлом. Повышение коррозионной стойкости металла шва достигается при получении аустенитной структуры как путем легирования никелем или марганцем, так и в результате термообработки — аустенитизации при 1050°С. Различие в скорости коррозии чисто аустенитного наплавленного металла, легированного никелем или марганцем, связано с тем, что марганец в щелочных средах находится в активном состоянии. Таким образом,

коррозионная стойкость хромоникелевых сварных швов в щелочных средах зависит от соотношения аустенитной и ферритной фаз в структуре. Коррозионные процессы инициируются в ферритной фазе, как содержащей меньшее (по сравнению с аустенитной) количество никеля [7].

Увеличение норм производительности труда разработчиков новых изделий, снижение затрат времени на проектирование, повышение качества разрабатываемых проектов - важнейшие проблемы, решение которых определяет уровень ускорения научно-технического прогресса общества. Развитие систем автоматизированного проектирования (САПР) основывается на прочной научно-технической базе. Это - современные средства вычислительной техники, новейшие способы представления и обработки информации, создание новых численных методов решения инженерных задач. Системы автоматизированного проектирования дают возможность на основе новейших достижений фундаментальных наук отрабатывать и совершенствовать методологию проектирования, стимулировать развитие математической теории проектирования сложных объектов и систем [8].

«Компас» — это линейка систем автоматизированного проектирования с возможностью оформления конструкторской и проектной документации в согласии с стандартам серии ЕСКД и СПДС.

Система автоматизированного проектирования «Компас-3D» предназначена для создания трёхмерных моделей деталей различной сложности (в том числе, деталей из листового материала, изготавливаемых путём его гибки) и сборочных единиц, которые содержат как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. В создаваемые модели возможно добавление и обозначение сварных швов. Компас-3D применяется в сварочном производстве для моделирования сварных конструкций и сборочных единиц. Использование параметрической технологии позволяет быстро получать модели типовых изделий на базе спроектированного ранее прототипа. Благодаря многочисленным сервисным функциям облегчается

процесс решения вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства.

Система «Компас-3D» включает в себя следующие компоненты: система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» и модуль создания спецификаций. Ключевая особенность «Компас-3D» - это использование собственного математического ядра и параметрических технологий.

VirtualArc® - это уникальный программный продукт позволяющий имитировать процесс дуговой сварки плавящимся металлическим электродом (проволокой) в активной или инертной газовой среде. Имеет понятный пользователю графический интерфейс. Предназначен для прогнозирования и настройки параметров сварки в оффлайн режиме. VirtualArc – инструмент, сочетающий ArcPhysics, 2D-инструмент для имитации системы сварки «проволока-дуга-заготовка», экспериментальные измерения, практический опыт и нейронную сеть используемые для создания модели сварочной дуги, а также профиля сварного шва.

Получаемые оценки при имитации процесса горения сварочной дуги и передачи тепла и массы заготовке, применяются в качестве входных данных для нейронной сети, которая дает прогноз качества и профиля сварного шва, а также о возможных дефектах сварного шва.

Технология VirtualArc запатентована шведско-швейцарская компанией АВВ, и других продуктов со столь же мощными функциями на данный момент не существует.

VirtualArc в сварочном производстве может использоваться для:

- Планирования производственного процесса;
- Минимизации времени запуска производства;
- Настройки параметров MIG/MAG-сварки в оффлайн режиме;
- Прогнозирования формы и глубины проплавления сварного шва в оффлайн режиме;

- Прогнозирования геометрических параметров сварного шва в оффлайн режиме;
- Прогнозирования геометрических дефектов качества сварного шва в оффлайн режиме;
- Финансовых исследований стоимости предполагаемого сварного шва в Euro/метр;
- Документирования процесса сварки;
- Оптимизации производительности процесса сварки и ее качества, используемой в технологическом процессе[9].

SYSWELD – программа для инженерных расчетов процессов сварки и термической обработки, разработанная французской компанией ESI Group. SYSWELD может моделировать термическую обработку металлов и сварочные процессы; внутренние напряжения, деформацию, твердость и прочность материалов, подвергнутых заданным технологическим обработкам.

SYSWELD — это мощный комплекс программ, содержащий несколько модулей:

- Модуль WeldingWizard — моделирует все физические процессы, происходящие во время сварки;
- Модуль Heattreatment — моделирует все физические процессы, происходящие во время термообработки;
- Модуль SysweldAssembly — это модуль сборки, используемый для моделирования процесса сборки и сварки сварных конструкций больших размеров. Он оперирует переданными из предыдущих модулей величинами (поля напряжений и деформаций) для создания единого НДС всей конструкции.

Программный комплекс SYSWELD разработан для многодисциплинарных расчетов процессов сварки и термообработки. В программе реализуется механизм численного решения, который, за счет обратных связей, шаг за шагом выполняет поставленные перед ним задачи:

расчет тепловых полей, микроструктуры шва и структурных напряжений. Характерной особенностью работы данной программы является то, что в ней заложен алгоритм учета деформаций, вызываемых металлургическими превращениями, которые оказывают большое влияние на остаточные напряжения после сварки. Программа ведет работу с термокинетическими диаграммами, которые описывают процесс фазовых превращений[10].

Программа «Model» — одна из первых программ подобного рода в мире — моделирует процесс аргоно-дуговой сварки в импульсном и стационарном режиме. Современные источники питания для дуговой сварки, как правило, позволяют проводить сварку в импульсном режиме. При этом оценить тепловложение от импульсного источника нагрева и протекание процесса традиционными средствами невозможно. Для этого необходимо моделировать процесс, применяя специализированные программы, такие как программа «Model».

Возможности программы:

- Динамическая визуализация результатов расчета.
- Эмуляция импульсных источников питания: прямоугольные и синусоидальные импульсы тока и напряжения.
- Решение обратной задачи: выбор оптимальных режимов энергетического воздействия по заданным геометрическим характеристикам.

Программный комплекс «Meza» отличается более широкими возможностями моделирования, а также получения и обработки результатов численных экспериментов. В настоящий момент данный программный продукт является основным инструментом при подготовке специалистов в области САПР в сварке и родственных дисциплинах.

Возможности программы:

- Моделирование различных внешних воздействий на образец (дуговые, газопламенные, электронно-лучевые источники).
- Моделирование процесса нагрева образца в разнообразных средах (вакууме, воздухе, защитном газе).

- Работа с образцами, состоящими из различных материалов или имеющими неоднородный состав и сложную пространственную геометрию (с инородными включениями, несплошностями, отверстиями, трещинами и т.д.).

- Многооконный интерфейс, широкие возможности визуализации и регистрации результатов расчета.

ВЕРТИКАЛЬ — это система автоматизированного проектирования технологических процессов, которая позволяет решать большинство задач по автоматизации процессов ТПП.

Система автоматизированного проектирования ТП ВЕРТИКАЛЬ позволяет:

- проводить расчет материальных и трудовых затрат на производство;

- проводить проектирование технологических процессов в нескольких автоматизированных режимах;

- проводить расчет режимом сварки, резания и другие различные технологические параметры;

- проводить автоматическое формирование всех необходимых комплектов технологической документации в соответствии с ГОСТ РФ и стандартами, применяемых на предприятиях (требуется дополнительная подстройка);

- проводить параллельное проектирование сквозных и сложных технологических процессов группой технологов, в режиме реального времени;

- производить проверку данных в технологическом процессе (на актуальность справочной информации, а также и нормоконтроль);

- проводить формирование заказов на проектирование специальных средств технологической оснастки и создания управляющих программ;
- осуществлять поддержку актуальности технологической информации с помощью процесса управления изменениями;
- осуществлять поддержку процесса построения в организации единого информационного пространства для управления жизненным циклом инженерных объектов с момента начала разработки и до момента утилизации.

Данную систему можно быстро освоить пользователю с любым уровнем «компьютерной» образованности. ВЕРТИКАЛЬ дает возможность сделать работу технолога более быстрой и удобной; повышается качество и скорость разработки технологического решения[11].

SolidWorks – это программное обеспечение, созданное одноименной американской компанией для автоматизации работ промышленных предприятий на этапах технологической и конструкторской подготовки производства. Это простое в изучении средство дает возможность инженерам-проектировщикам быстро воспроизводить свои идеи в эскизе, экспериментировать с элементами и их размерами, а также создавать модели и подробные чертежи [12].

Трехмерное твердотельное и поверхностное параметрическое моделирование – это принципы, реализуемые в данной программе. Они позволяют конструкторам создавать объемные детали и собирать сборки в виде трехмерных электронных моделей, которые в дальнейшей работе применяются для организации двухмерных чертежей и спецификаций изделий согласно требованиям единой системы конструкторской документации.

В SolidWorks сварные швы могут быть реализованы в документе сборки. В новых версиях SolidWorks появилась возможность проектировать

сварные швы в контексте многотельной детали. Каждый шов формируется как отдельное твердое тело, привязанное к окружающей геометрии [13].

Применение таких систем автоматизированного проектирования как VirtualArc, SYSWELD, ВЕРТИКАЛЬ, SolidWorks в сварочном производстве позволяет существенно повысить качество и скорость технологического проектирования, качества и технико-экономического уровня результатов проектирования, снизить трудоемкость процесса проектирования и затраты на натурное моделирование и проведение испытаний.

В настоящее время перспективы развития САПР представляются общим состоянием промышленности. А промышленность, в свою очередь, зависит от уровня применяемых в производстве САПР. САПР достигли высокой планки в своей функциональности и какие-то инновации иных разработчиков не имеют принципиального значения для массового перехода на их САПР. В наше время на развитие САПР влияют определенные тенденции: интеллектуальные возможности; реализация SaaS, то есть реализовать САПР как веб-сервис; мобильные устройства, позволяющие иметь доступ к данной услуге в любое время и в любом месте [13].

2 Объект и методы исследования

2.1 Анализа деятельности предприятия

Выполнение магистерской диссертации проводилось на базе Юргинского технологического института Национального исследовательского Томского политехнического университета. Учредителем ЮТИ НИ ТПУ является РФ.

Функции и полномочия учредителя ЮТИ ТПУ осуществляет Министерство образования и науки Российской Федерации.

Место нахождения института (юридический и почтовый адрес): 652055, Кемеровская область, г.Юрга, Ул. Ленинградская, 26.

Основные производственные задачи ЮТИ ТПУ:

- удовлетворение потребностей индивида в формировании нравственного, культурного и интеллектуального уровня развития с помощью процесса получения высшего профессионального образования;
- развитие научно-исследовательской деятельности научно-педагогического состава и обучающихся, использование полученных результатов в образовательной деятельности;
- проведение подготовки, переподготовки и повышение уровня квалификации сотрудников с высшим образованием;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции;
- сохранение и преумножение моральных, культурных, социальных и научных ценностей социума;
- распространение знаний, повышение образовательного и культурного уровня населения.

Важной частью жизни института является учеба и наука.

В частности, на кафедре сварочного производства создана хорошая учебная и научно-исследовательская база. За кафедрой закреплено 8 лабораторий: газопламенной обработки, сварки давлением, сварки плавлением, источников питания, автоматизации и механизации

сварочных процессов, спец. методов сварки и контроля качества сварных соединений, научно-исследовательская.

Все лаборатории оснащены современным сварочным оборудованием и техническими средствами обучения. В «Проектирование сварных конструкций», «Технология и оборудование сварки плавлением» и «Материаловедение» имеется оборудование, использование которого позволяет применять прогрессивные методы в учебном процессе.

Кафедра оснащена специализированной лабораторией САПР с 15ПК, использование которых позволяет решить научно-исследовательскую и учебно-методическую работу студентов старших курсов и преподавателей.

Все это позволяет сотрудникам и студентам кафедры активно проводить исследования и развивать различные научные тематики, в числе связанные с применением наноструктурированных тугоплавких материалов при сварке сталей аустенитного класса.

Действия в ИС будут протекать по следующему алгоритму:

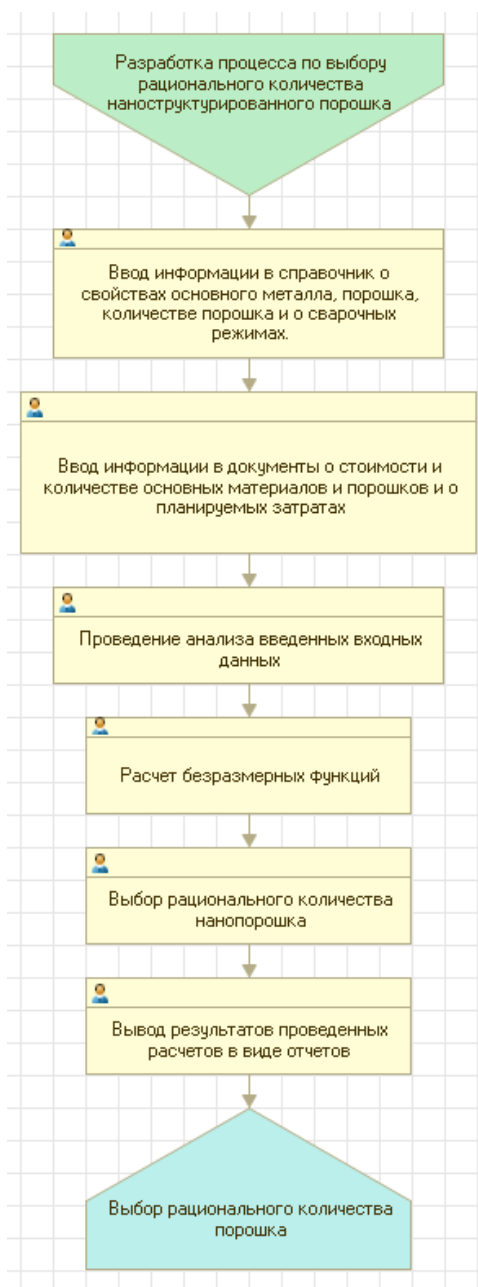


Рисунок 2.1 – Алгоритм выбора рационального количества нанопорошка

Выполнив анализ предметной области, была разработана модель бизнес процессов (IDEF0). Начальный этап выбора оптимального количества нанопорошка представлен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 – Диаграмма IDEF0 «Процесс поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей»

Общую схему процесса можно разделить на несколько этапов: анализ входной информации, расчет безразмерной функции, выбор рационального количества порошка, мониторинг эффективности применения (рисунок 2.3).

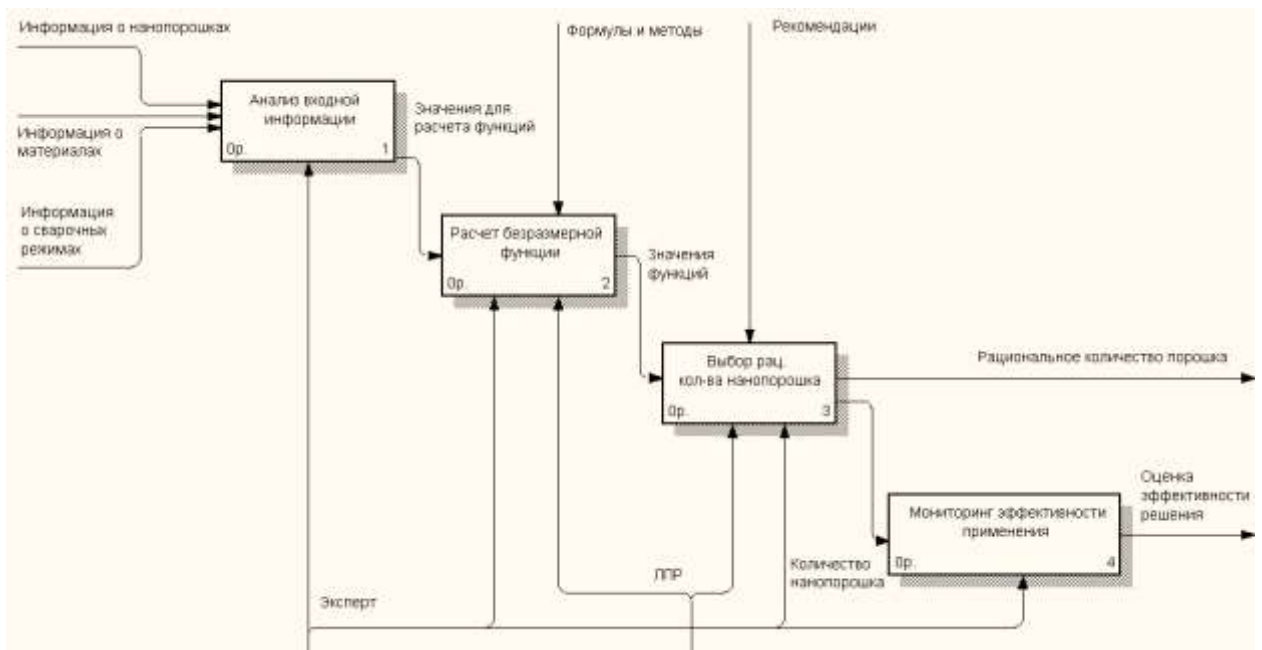


Рисунок 2.3 - Декомпозиция диаграммы IDEF0 «Процесс поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошков-модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей»

Для выбора рационального количества наноструктурированного порошка, полученная безразмерная функция должна стремиться к нулю. Для этого после расчета значения функции, строится график, по которому и выбирается рационально количество нанопорошка (рисунок 2.4).

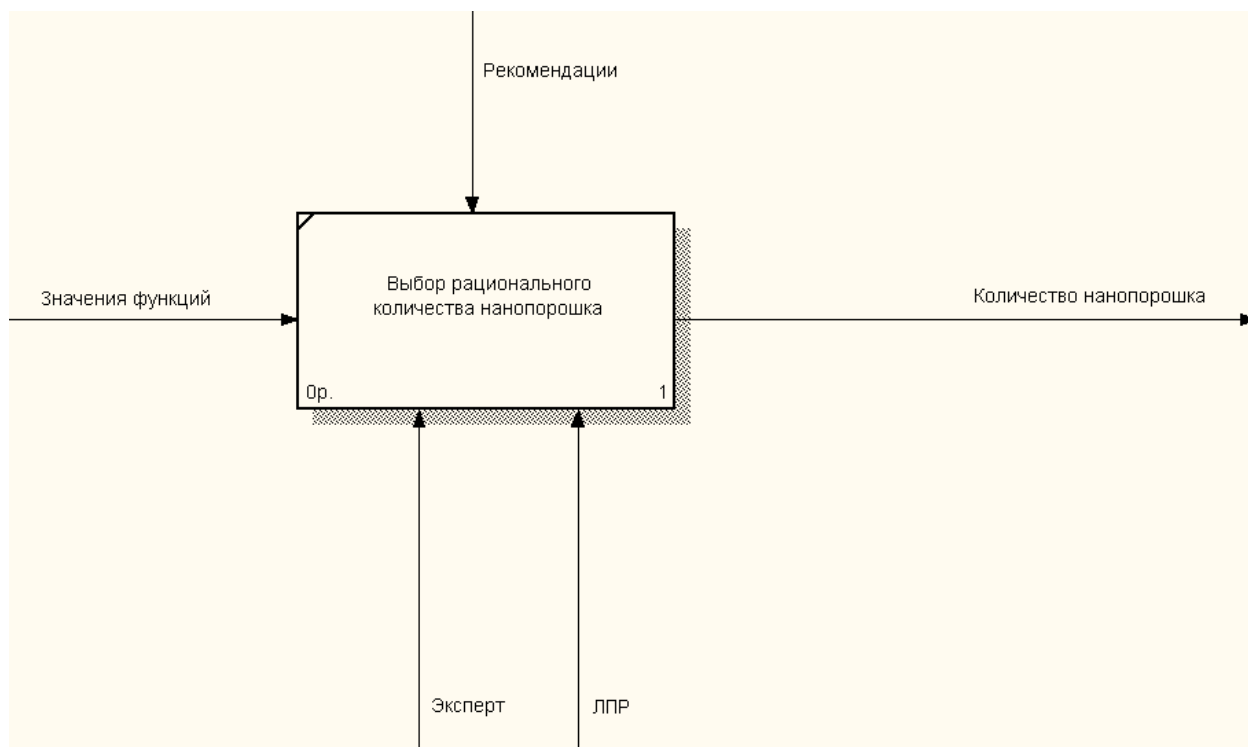


Рисунок 2.4 – Выбор рационального количества нанопорошка

На этапе мониторинга будет осуществляться оценка применения выбранного, исходя из рассчитанных значений, количества наноструктурированного порошка. Мониторинг даст представление о практической и экономической пользе использования рассчитанного количества нанопорошка (рисунок 2.5).

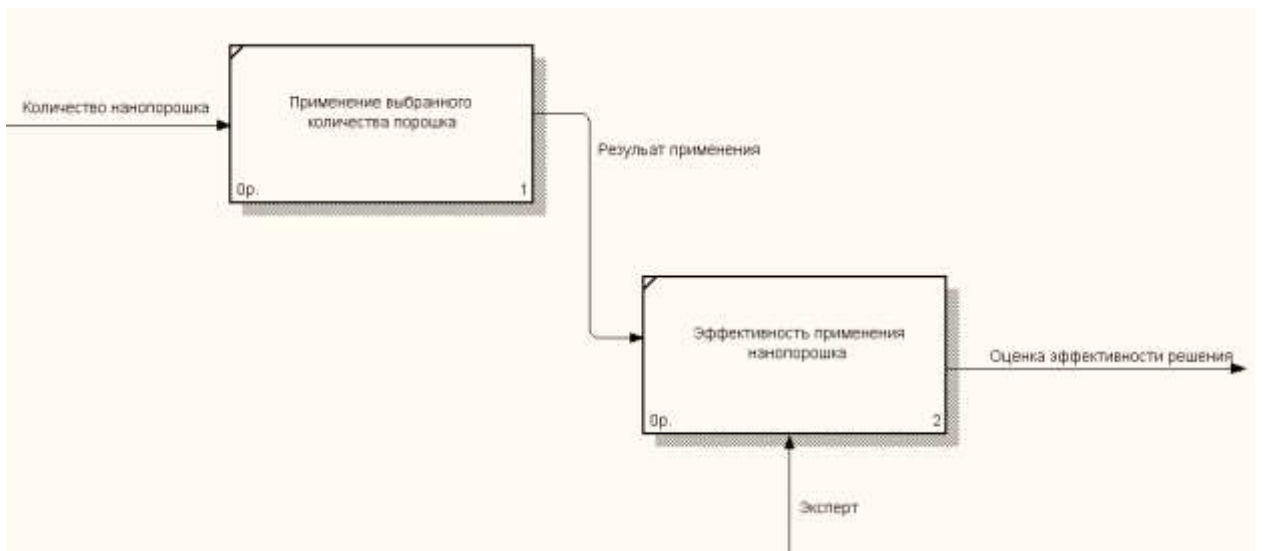


Рисунок 2.5 – Мониторинг эффективности применения нанопорошка

2.2 Задачи исследования

Проведя анализ предметной области, было произведено построение модели бизнес процессов (IDEF0). Суть методологии IDEF0 составляет язык графического описания бизнес-процессов. Модель в исполнении IDEF0 представляется как совокупность взаимосвязанных и иерархически упорядоченных диаграмм.

Объектом исследования является процесс принятия решения при выборе рационального количества нанопорошка. Начальная схема данного процесса представлена на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 - Контекстная диаграмма

Входной информацией процесса будет является:

- информация о нанопорошках;
- информация о количестве нанопорошков;
- информация об основном металле;
- информация о сварочных режимах;
- информация об опытах.

Выходная информация – это отчеты:

- отчет «значение безразмерной функции»;
- отчет «стоимость материалов»;
- отчет «стоимость порошков»;
- отчет «сравнение затрат»;
- отчет «Сварка образцов».

К функциям ИС относятся:

- учет информации о наноструктурированных порошках;
- расчет значений параметров эксперимента;
- учет результатов экспериментов;
- выбор рационального количества порошков для сварки коррозионно-стойких сталей.

Функциональная схема процесса принятия решения при выборе рационального количества наноструктурированного порошка представлена на рисунке 2.7.

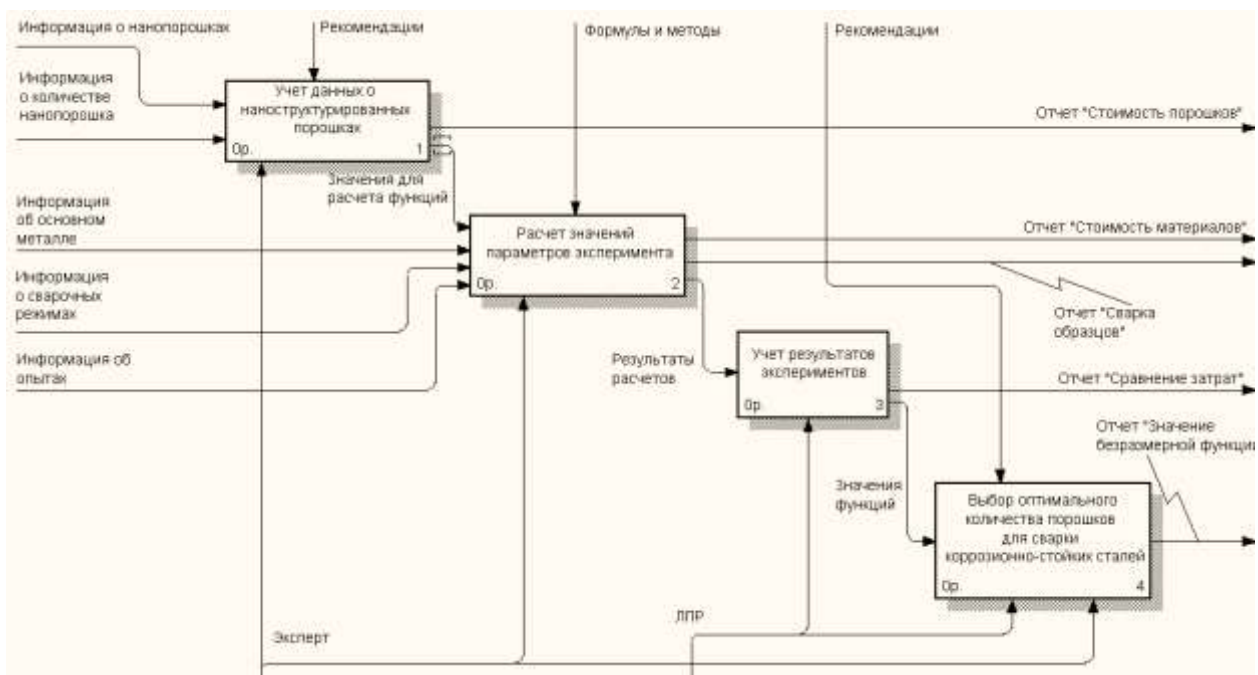


Рисунок 2.7 - Функциональная схема выбора рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора

Функция «Учет данных о наноструктурированных порошках» предназначена для сбора и анализирования информации о нанопорошках.

Для функции входной информацией является:

- информация о нанопорошках – содержит сведения о применяемом нанопорошке;
- информация о количестве – содержит сведения о количестве применяемого нанопорошка;

Схема декомпозиции функции «Учет данных о наноструктурированных порошках» представлена на рисунке 2.8.

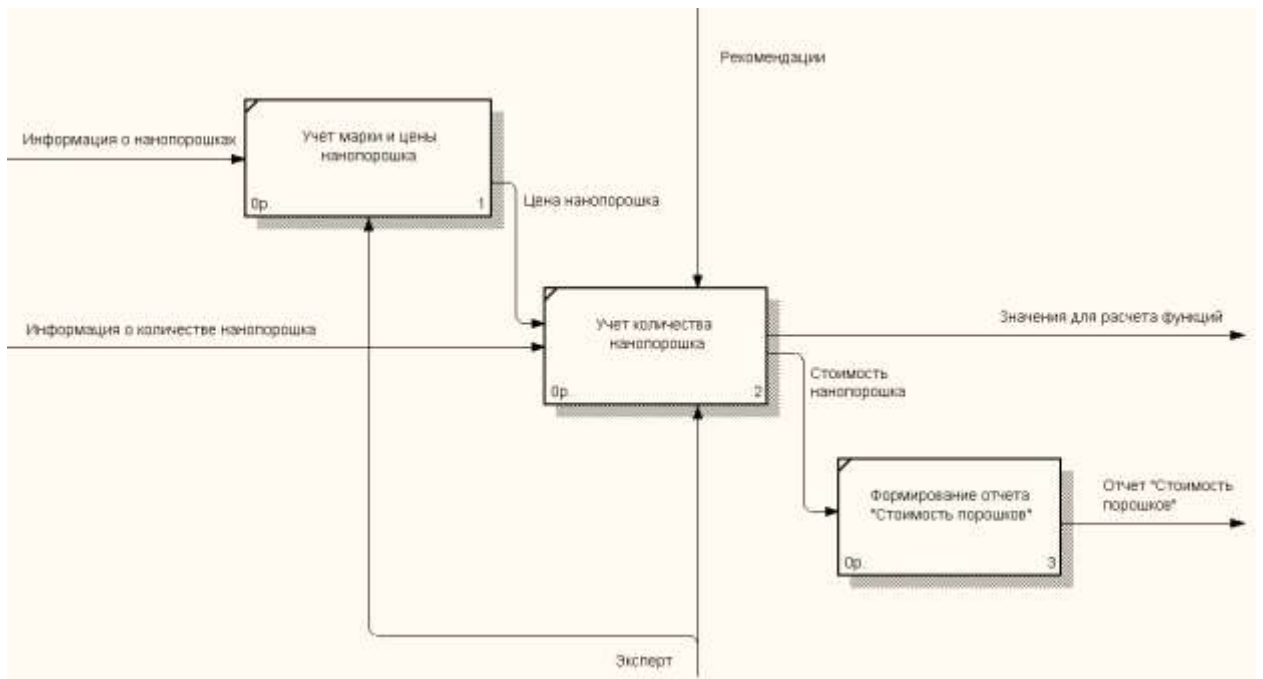


Рисунок 2.8 - Функция «Учет данных о наноструктурированных порошках»

Функция «Расчет значений параметров эксперимента» предназначена для вычисления значений безразмерной функции для различной концентрации наноструктурированного порошка на одних и тех же режимах.

Входной информацией является:

- значения для расчета функции;
- информация об основном металле – содержит сведения о применяемом основном металле;
- информация о сварочных режимах – содержит сведения о параметрах применяемых режимов сварки.

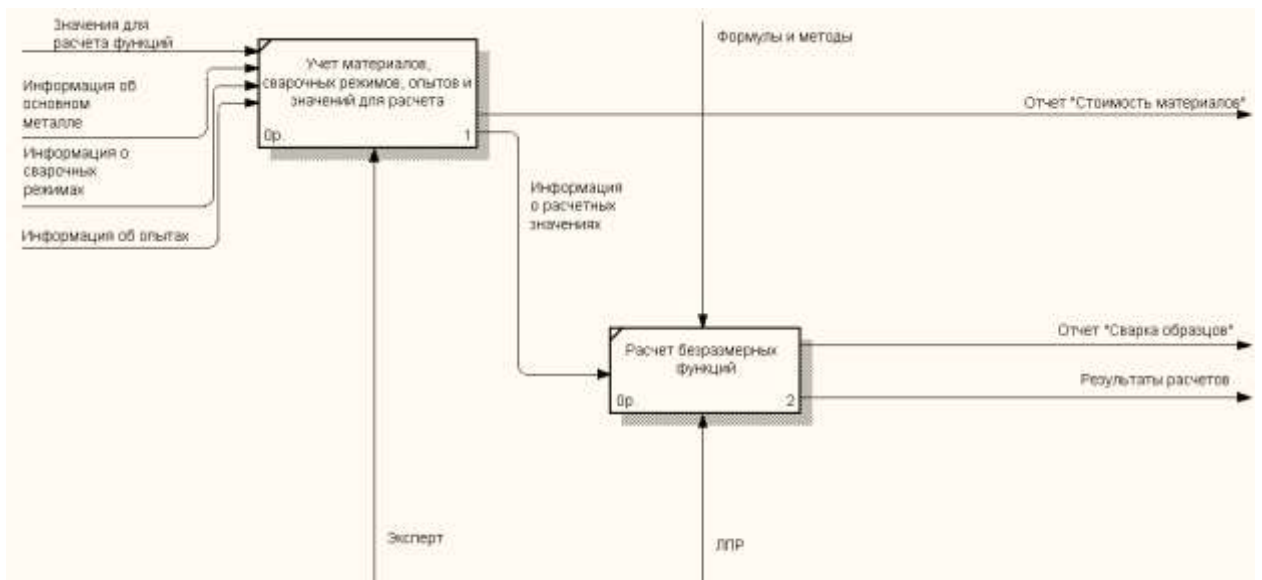


Рисунок 2.9 - Функция «Расчет значений параметров эксперимента»

Функция «Выбор оптимального количества порошков для сварки коррозионно-стойких сталей» предназначена для учета рассчитанных значений безразмерных функций и последующего выбора рационального количества нанопорошка. Для выбора рационального количества наноструктурированного порошка, полученная безразмерная функция должна стремиться к нулю. Для этого после расчета значения функции, строится график, по которому и выбирается рационально количество нанопорошка.

Для нахождения граничных условий определяли безразмерную функцию f из выражения: $f = s_{\delta} \cdot e_{\delta} \cdot v_{\delta}$,

где s_{δ} , – значение безразмерной величины толщины дендрита; e_{δ} – значение безразмерной величины ширины дендрита; v_{δ} – значение безразмерной величины объема капли электродного металла.

Безразмерные величины находились из выражений:

$$s_{\delta} = \frac{s_i}{s_c}, \quad e_{\delta} = \frac{e_i}{e_c}, \quad v_{\delta} = \frac{v_i}{v_c},$$

где s_i , e_i , v_i – действительные значения при i -ом эксперименте; s_c , e_c , v_c – системные значения.

Для обеспечения качественного сварного соединения s , e и v должны стремиться к минимуму: $f=s_{\delta} \cdot e_{\delta} \cdot v_{\delta} \rightarrow \min$.

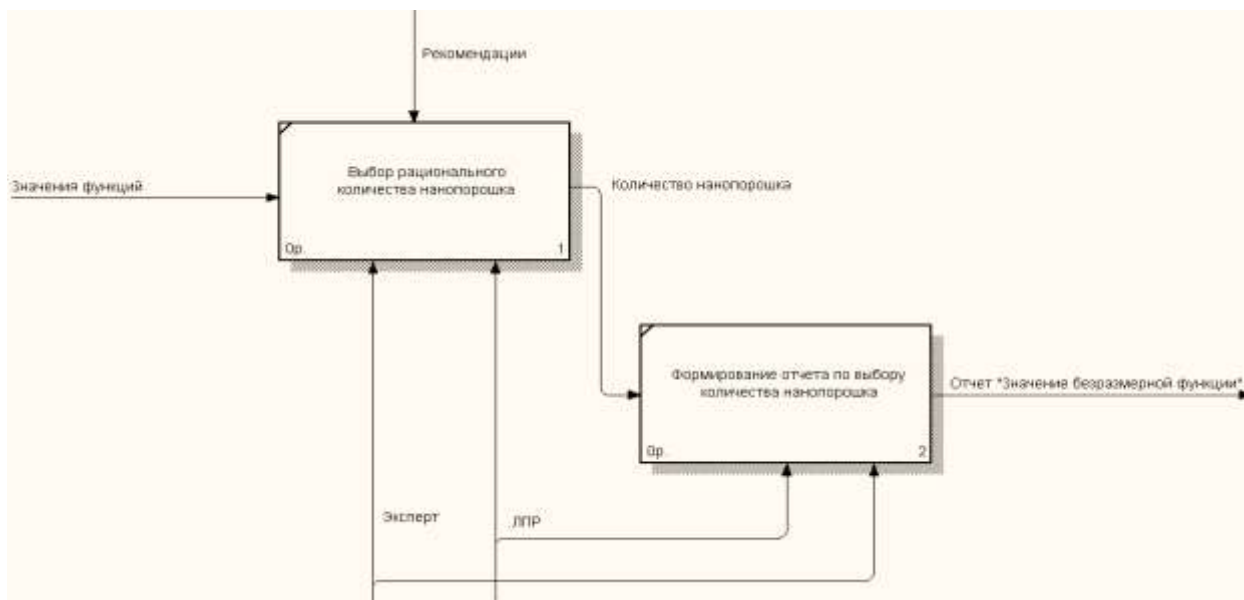


Рисунок 2.10 - Функция «Выбор оптимального количества порошков для сварки коррозионно-стойких сталей»

2.3. Поиск инновационных вариантов

В современное время системы автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП) дают возможность пользователю произвести автоматизированную разработку технологического процесса и расположить ее в едином информационном поле предприятия для быстрого формирования различных отчетов. С целью автоматизации процесса работы с разными технологическими условиями применяются специализированные приложения. К числу таковых относится система расчета сварочных режимов [1].

«Компас-Автопроект»

Процесс оперативного получения расчетов сварочных режимов и их внедрения в технологический процесс был реализован в системе КОМПАС-

Автопроект. В данной системе были реализованы модули для расчета режимов и прочих параметров ручной дуговой сварки и сварки в среде защитного углекислого газа.

Применение программного комплекса позволяет обеспечивать решение следующих стратегических задач организации:

- минимизировать сроки КТПП новых изделий с возможностью вести параллельную разработку конструкторской и технической документации;
- обеспечивать оперативной информацией различные службы организации для увеличения скорости документооборота по подготовке производства к запуску;
- оптимизировать материальные и трудовые затраты на производство изделий;
- оперативно планировать затраты труда и средств на изготовление изделий для оценивания их себестоимости;
- накапливать и сохранять опыт ведущих специалистов организации по технологической подготовке производства.

Стоимость: 54 000 рублей.

«Вертикаль»

Свое дальнейшее развитие эта система получила уже в программном комплексе «ВЕРТИКАЛЬ». Огромная доля конструктивных элементов сварных соединений регламентируется ГОСТами или стандартами на предприятии. А в программном комплексе «ВЕРТИКАЛЬ» появилась функция, позволяющая работать с конструктивными элементами сварных швов. Эта возможность позволила брать за основу конструктивный элемент и, наполнив его необходимой информацией, выполнить из него уже законченный конструктивно-технологический элемент, что фактически является частью самого процесса технологии. Согласно ГОСТам, один и тот

же конструктивный элемент может быть создан несколькими способами сварки. Исходя из этого, была создана среда, в которой пользователь или разработчик сможет самостоятельно заниматься конфигурацией конструктивных элементов сварных швов и производить изменение или корректировку расчетных алгоритмов для различных способов сварки. Эти возможности реализованы в «Конфигураторе сварочных конструктивно-технологических элементов и режимов сварки», который является составной частью программного комплекса «ВЕРТИКАЛЬ» [14].

«Конфигуратор» позволяет [15]:

- вносить информацию о конструктивном элементе всего сварного шва и отдельных слоев;
- назначать формулы для расчета поперечного сечения сварного шва или слоя, или площади наплавленных слоев, по которым будет производиться вычисление объема наплавленного металла и необходимое количество сварочных материалов. Позволяет вычислить объем наплавленного металла из 3D-модели сварного шва;
- задавать варианты выполнения конструктивных элементов сварных швов или наплавочных слоев.

Каждая сварочная операция или способ сварки или наплавки должны быть предварительно настроены. Для них обозначаются параметры, характеризующие режим сварки, возможные группы свариваемых материалов и т.д. [14,15].

Заканчивая этап настройки нужно внести значения параметров сварочных режимов. Когда во фрагменте технологического процесса указаны толщина и способ сварки, будет открыта ранее настроенная структура, в которую нужно внести значения параметров режимов сварки. Оперирова этими данными, система расчета режимов сварки выберет необходимые материалы для сварки, просчитает их расход и основное время необходимое для выполнения сварного соединения.

Для ускорения процесса подготовки системы к работе в «Конфигураторе» имеется возможность работы в многопользовательском режиме, при котором базу данных могут редактировать одновременно несколько специалистов [15].

В описанном варианте осуществления системы численные параметры режимов сварки не рассчитаны, а их значения просто записаны в базу данных, в то время как администратор руководствуется стандартами или производственным опытом. Опыт применения Системы расчета параметров сварки показывает, что данная схема работы сейчас получила широкое распространение. Распространение обусловлено устоявшимися с годами процессами работы предприятий и производств, а также утверждениями различных изданий о том, что предлагаемые алгоритмы расчета режимов сварки могут не корректно производить расчет режимов и «попадают» только в определенные диапазоны толщин. Но в последнее время все больше появляется публикаций, в которых предлагаются алгоритмы расчета режимов сварки, которые проводят корректный расчет параметров режимов сварки во всем диапазоне толщин. Если предприятие располагает таким алгоритмом расчета, то имеется возможность произвести отказ от заполнения базы данных по режимам. Для этой цели данный алгоритм необходимо разместить в «Конфигураторе». После чего система сможет произвести расчет не только расхода сварочных материалов, основного времени на выполнение сварного соединения, а также числовые значения режимов сварки [16,17].

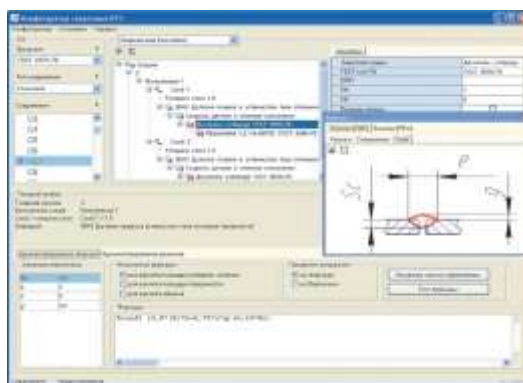


Рисунок 2.11 - Интерфейс конфигуратора САПР ТП «ВЕРТИКАЛЬ»

Стоимость: 68 000 рублей.

«VirtualArc»

VirtualArc® - это уникальный программный продукт позволяющий имитировать процесс дуговой сварки плавящимся металлическим электродом (проволокой) в активной или инертной газовой среде. Имеет понятный пользователю графический интерфейс. Предназначен для прогнозирования и настройки параметров сварки в оффлайн режиме.

Система реализует следующие возможности:

- Планирования производственного процесса;
- Минимизации времени запуска производства;
- Настройки параметров MIG/MAG-сварки в оффлайн режиме;
- Прогнозирования формы и глубины проплавления сварного шва в оффлайн режиме;
- Прогнозирования геометрических параметров сварного шва в оффлайн режиме;
- Прогнозирования геометрических дефектов качества сварного шва в оффлайн режиме;
- Финансовых исследований стоимости предполагаемого сварного шва в Euro/метр;
- Документирования процесса сварки;
- Оптимизации производительности процесса сварки и ее качества, используемой в технологическом процессе

Стоимость: 110 000 рублей.

«SYSWELD»

SYSWELD – программа для инженерных расчетов процессов сварки и термической обработки, разработанная французской компанией ESI Group. SYSWELD может моделировать термическую обработку металлов и сварочные процессы; внутренние напряжения, деформацию, твердость и прочность материалов, подвергнутых заданным технологическим обработкам.

SYSWELD — это мощный комплекс программ, содержащий несколько модулей:

- Модуль WeldingWizard — моделирует все физические процессы, происходящие во время сварки;
- Модуль Heattreatment — моделирует все физические процессы, происходящие во время термообработки;
- Модуль SysweldAssembly — это модуль сборки, используемый для моделирования процесса сборки и сварки сварных конструкций больших размеров.

SYSWELD проводит нелинейные расчеты с учетом зависимостей свойств материалов от:

- температур;
- фазовых превращений материалов;
- хим. состава;
- дополнительных различных переменных.

SYSWELD рассматривает все нелинейные явления, которые связаны с процессом сварки:

- нелинейная теплопередача;
- геометрическая нелинейность, в том числе, большие деформации;
- упрочнение изотропное и кинематическое;
- фазовые превращения;
- пластичность.

Стоимость: 25 000 \$.

В дальнейшем, основываясь на принципах работы программ «ВЕРТИКАЛЬ», «Project 3.2.1» планируется создание средства поддержки принятия решения по выбору рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора и его влияния на процесс сварки. Создание приложения предполагается производить на базе «1С». Платформа «1С» как среда предметно-ориентированной разработки обладает

рядом определенных преимуществ. Так как перечень задач обозначен более точно, то и подбор средств и технологий можно осуществить с большой точностью. Рабочими задачами платформы является предоставление разработчику встроенного инструментария, необходимого для быстрой разработки, распространения и поддержки прикладных решений для автоматизации процессов. Подразумевается, что приложение позволит производить выбор рациональной концентрации нанодисперсных частиц исходя из различных ограничений, задаваемых пользователем, а также производить расчет интегральных показателей сварного соединения или наплавленного слоя.

Таблица 1 – Сводный анализ аналогов разрабатываемой программы

Функции	«Компас-Автопроект»	«Вертикаль»	«VirtualArc»	«SysWeld»	«1С: Расчет количества нанопорошка»
1	2	3	4	5	6
Учет данных о материалах	+	+	+	+	+
Расчет безразмерных функций	-	-	-	-	+
Открытый код системы	-	-	-	-	+
Стоимость ИС	54000 руб.	68000 руб.	110000 руб.	25000 \$	9498,2 руб.

Рассмотренные системы не удовлетворяют всем критериям и потребностям предприятия. В связи с чем, было принято решение разработать информационную систему, которая полностью будет удовлетворять существующим потребностям и нуждам организации.

3 Расчеты и аналитика

3.1 Теоретический анализ

Модели подразделяют по способу образования между данными связей на: иерархическую, реляционную и сетевую.

Иерархическая и сетевая модель предполагают существование связей между данными, имеющими какой – либо общий признак. В иерархической модели данные связи отражаются в виде дерева, т.е. графа, в котором возможно установление только односторонних связей от старших вершин к младшим. Это позволяет облегчить доступ к необходимой информации, но при условии, что все возможные запросы будут отражены в структуре графа. Иные же запросы не могут быть удовлетворены.

Иерархическая и сетевая модели на данный момент на практике применяются крайне редко, т.к. считаются устаревшими.

Наиболее простой и привычной моделью представления данных в виде таблиц является реляционная модель [18].

Достоинство реляционной модели - это сравнительно простые инструментальные средства ее поддержки, а недостаток – жесткость структуры данных и невозможность, например, задать строки таблицы произвольной длины и зависимость скорости работы от размера баз данных. Просмотр всей базы данных может быть необходим для многих операций в такой модели.

Реляционная база данных была выбрана при разработке информационной системы.

Любая ИС содержит определенную базу данных, для того, чтобы осуществлять работу с информацией, нужно работать и с данными. Информация образуется из данных, если над ними производилась некая обработка, которая повышает их ценность.

Данные – это более низкий уровень агрегации и сопоставления, а информация является более высоким уровнем.

Всю входную информацию можно разбить на:

– условно-постоянную – это будущие справочники в разрабатываемой информационной системе;

– оперативно-учетную – это будущие документы в разрабатываемой информационной системе;

Условно-постоянная информация

Такой вид информации является постоянным и заносится при создании системы.

Оперативно-учетная информация

Это такая информация, которая осуществляет регистрацию каких-либо изменений.

Уровень определений

На уровне атрибутов модель изображается в наименее детализированном виде [18].

Уровень атрибутов

На уровне атрибутов представляются атрибуты всех сущностей. Данная диаграмма включает полные определения структуры разрабатываемой информационной системы. Для данной предметной области концептуальная модель уровня атрибутов представлена на рисунке 3.1.

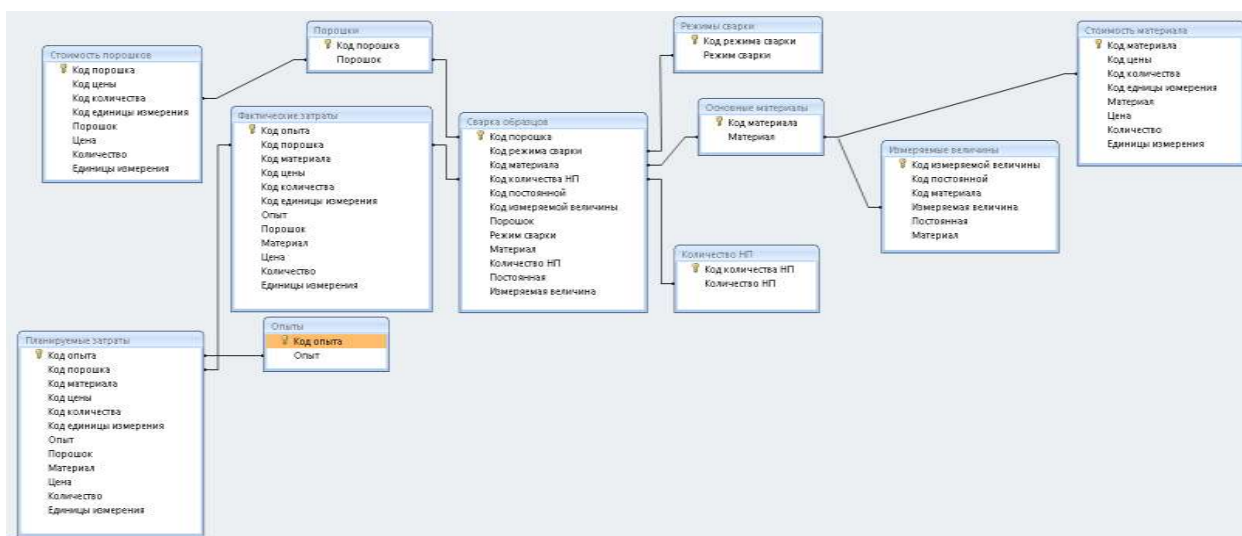


Рисунок 3.1 – База данных

3.2 Инженерный расчет

Разрабатываемая ИС должна удовлетворять уровню современных Windows-приложений, иметь интуитивно-понятный интерфейс, действия пользователя не должны сильно отличаться и быть сложнее обычных действий в других приложениях ОС Windows.

Информационная система должна иметь возможность настройки ее пользователем для соответствия ее его личными потребностям и желаниям, но не в ущерб выполнению основных задач информационной системы.

Формы введения входной и вывода выходной информации должны также быть настраиваемыми пользователем, при этом соответствовать стандартам, которые существуют в данной предметной области.

Эксплуатационные условия программного продукта также должны быть соответствующими условиям, которые предъявляются к работе любого другого приложения ОС Windows. Т.к. продукт разрабатывается в системе «ИС: Предприятие 8», то соответственно необходимым является, установка данной системы на компьютер.

Помимо всего прочего, место работы пользователя должно соответствовать всем необходимым условиям и требованиям, которые определяют безопасность и уровень производительности его работы с ПК.

Разрабатываемая информационная система не должна при работе вызывать сбой в операционной системе и нарушение работы других работающих приложений. Если из-за каких-либо форс-мажорных обстоятельств, сбой все-таки произошел, то система должна оставаться в работоспособном состоянии.

Все входные документы, которые использует система при работе, а также вся выдаваемая ею выходная документация должна быть непротиворечива по отношению к операционной системе.

Для работы на платформе 1С:Предприятие 8.3 рекомендуемые параметры компьютера, приведенные в "Руководстве по установке и запуску", имеют следующие характеристики:

- ОС: Microsoft Windows 2000/XP/Server; 2003/Vista/Windows 7 (рекомендованная Microsoft Windows XP);
- ЦП: Intel Pentium III 876 МГц и выше (рекомендуемый Intel Pentium IV/Celeron 1700 МГц);
- объем оперативной памяти: 512 Мбайт и более (рекомендуемый объем 1024 Мбайт);
- HDD (для установки необходимо около 250 Мбайт);
- Дисковод;
- USB-порт;
- VGA-монитор.

Требования предъявляемые к уровню производительности процессора и к объему оперативной памяти, интегрированной в компьютер, в большей степени зависят от сложности задач, которые решает конкретный пользователь.

Так как система будет работать на ОС Windows, то она должна быть полностью совместима со всеми процессами, которые в ней протекают. Чтобы обеспечить корректную работу программного продукта, необходима лицензионная версия ОС Windows. При запуске системы на нелицензионной ОС, разработчики не несут ответственности за нормальное функционирование программного продукта.

3.3 Среда разработки

В наше время для средств разработки программного обеспечения характерно большое разнообразие критериев, используя которые

разработчик может провести автоматизацию процесса разработки приложения. В современном мире инструментальные средства позволяют:

- создать интерфейс, при использовании стандартных компонентов;
- провести передачу управления различным процессам, в вариациях от текущего состояния системы;
- создавать базы данных и оболочки для них;
- осуществлять разработку более надежного программного обеспечения, путем обработки различных ситуаций, которые возникают при нестабильной работе ПО [19].

Современные средства разработки можно охарактеризовать следующими параметрами:

- поддержка возможности объектно-ориентированного программирования;
- возможность применения CASE-технологий для проектирования разрабатываемой ИС, а также для разработки реляционных моделей баз данных;
- возможность использования визуальных компонентов для визуализации проектирования интерфейса;
- поддержка баз данных;
- возможность использовать алгоритмы реляционной алгебры, чтобы управлять реляционными базами данных.

При создании информационной системы выбора рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора для сварки сталей аустенитного класса, критериями выбора программного средства разработки являлись:

- уровень скорости разработки приложения;
- возможность создать приложение для ОС Windows;
- уровень перспективности платформы, разрабатываемого приложения;

- простота создания дружелюбного для пользователя интерфейса, причем как стандартного, так и не стандартного;
- простота и эргономичность, эффективность труда при создании различных форм представления данных;
- уровень надежности работы данной среды разработки;
- возможность относительно быстро вносить поправки и новые функции в систему.

Современные средства разработки программного обеспечения характеризуются большим разнообразием критериев, используя которые разработчик имеет возможность автоматизировать процесс разработки приложений. В настоящее время инструментальные средства позволяют:

- создавать интерфейс, используя стандартные компоненты;
- передавать управление различным процессам, в зависимости от состояния системы;
- создавать как оболочки для баз данных, так и сами базы данных;
- разрабатывать более надежное программное обеспечение, путем обработки исключительных ситуаций, возникающих при некорректной работе программного обеспечения.

При выборе среды разработки были рассмотрены такие среды разработки приложений, как: Borland Delphi; MS Visual FoxPro v.5.0; «1С: Предприятие 8.3».

Borland Delphi

Интегрированная среда разработки ПО, для Microsoft Windows на языке Delphi (ранее носившем название Object Pascal), созданная первоначально фирмой Borland и на данный момент принадлежащая и разрабатываемая Embarcadero Technologies. Embarcadero Delphi является частью пакета Embarcadero RAD Studio и поставляется в четырех редакциях: Starter, Professional, Enterprise и Architect.

Borland Delphi включает развитый, современный язык программирования, полностью интегрированный, быстрый компилятор и

отладчик Windows, визуальную среду для разработки интерактивных приложений с пользовательским интерфейсом, платформу визуальных компонентов (VCL), содержащую свыше 250 стандартных классов и компонентов, а также обширные возможности для подключения к базам данных и службам. Сообщество партнеров и разработчиков Delphi предлагает тысячи дополнительных компонентов Delphi для каждого конкретного приложения, технологии, функции или задачи.

Преимущества среды разработки:

- значительное сокращение сроков разработки;
- сокращение пути от прототипа до готовой версии;
- работа со всеми данными;
- повышение эффективности благодаря повторному использованию кода;
- поддержка большего числа настольных систем;
- высокое качество;
- поддержка разных языков;
- подключения;
- мгновенная компиляция.

Недостатки среды:

- сложность взаимодействия связей в базе данных и запутанность при реализации запросов;
- сравнительная дороговизна системы.

Ms visual fox pro v.5.0

Достоинства данной среды разработки приложений следующие:

- широкий выбор средств, для работы с базами данных;
- обеспечивается высокая скорость обработки данных, в частности при обработке SQL-запросов;
- удобный интерфейс с пользователем;

- возможность генерирования приложения, используя визуальные средства для разработки.

К недостаткам можно отнести следующее:

- недостаточное внедрение концепции визуального программирования;

- слабая поддержка объектно-ориентированного подхода к созданию программ;

- слабый набор средств создания печатных выходных данных.

1С: Предприятие 8

Система программ «1С: Предприятие 8» содержит в себе платформу и ряд прикладных решений, которые разработаны на ее основе, для автоматизации работы предприятий, организаций и частных лиц. Сама по себе платформа не является программным продуктом, предназначенным для использования пользователем, который обычно работает с одним из множества прикладных решений, или конфигураций, которые разработаны на данной платформе. Данный подход дает возможность провести автоматизацию различных видов деятельности, используя единую технологическую платформу.

Гибкость платформы позволяет применять «1С:Предприятие 8» в самых разнообразных областях:

- автоматизация производственных и торговых предприятий, бюджетных и финансовых организаций, предприятий сферы обслуживания и т.д.

- поддержка оперативного управления предприятием;

- автоматизация организационной и хозяйственной деятельности;

- ведение бухгалтерского учета с несколькими планами счетов и произвольными измерениями учета, регламентированная отчетность;

- широкие возможности для управленческого учета и построения аналитической отчетности, поддержка много валютного учета;
- решение задач планирования, бюджетирования и финансового анализа;
- расчет зарплаты и управление персоналом.

Платформа «1С:Предприятие 8» была создана с учетом 6-летнего опыта применения системы программ «1С:Предприятие 7.7», которую используют десятки тысяч разработчиков. Несмотря на значительные изменения, новая версия 8 сохранила идеологическую преемственность с предыдущими версиями.

«1С:Предприятие 8» полностью меняет весь слой работы с интерфейсом. Сюда относится и командный интерфейс, и формы, и оконная система. При этом не только меняется модель разработки пользовательского интерфейса в конфигурации, но и предлагается новая архитектура разделения функциональности между клиентским приложением и сервером.

В версии 8 принципиально переработан механизм установки, запуска и обновления платформы. Предприняты существенные усилия для повышения удобства развертывания системы в крупных организациях.

Также выполнено значительное развитие кластера серверов «1С:Предприятия» сразу по нескольким направлениям: масштабируемость, отказоустойчивость и динамическое распределение нагрузки.

Повышение масштабируемости и быстродействия системы

- увеличена скорость работы с базой данных;
- ускорено исполнение запросов к базе данных;
- улучшено использование оперативной памяти и вычислительных ресурсов компьютера;
- уменьшено время первого открытия конфигурации.

3.4 Технологическое проектирование

Информационная система, создаваемая в рамках написания магистерской диссертации, содержит следующие основные объекты: справочники, документы, отчеты.

Объекты прикладного решения типа «Справочник» позволяют хранить в информационной базе данные, имеющие одинаковую структуру и списочный характер.

Объекты типа «Документ» предназначены для хранения основной информации обо всех событиях, имеющих отражение в информационной системе. Они играют центральную роль для основных механизмов, реализуемых компонентами системы. В системе 1С: Предприятие документ является основной учетной единицей. Каждый документ содержит информацию о конкретной хозяйственной операции и характеризуется своим номером, датой и временем.

Объекты типа «Отчет» предназначены для вывода информации из базы данных. Отчеты похожи на документы, только эти объекты выполняют разные функции. Документы вводят информацию в базу данных, отчеты же предназначены для обработки накопленной информации и получения сводных данных в удобном для просмотра и анализа виде.

3.4.1 Справочники

Рассмотрим справочники, созданные в системе:

Справочник «Измеряемые величины» представлен на рисунке 3.2, 3.3.

Рисунок 3.2 – Справочник «Измеряемые величины»

← → ☆ **Измеряемые величины**

Создать

Наименование	Код ↓	Постоянная	Материал
– Ширина дендрита	000000001	21,00	12X18H10T
– Глубина дендрита	000000002	1,50	12X18H10T
– Объем капли	000000003	3,00	12X18H10T
– Объем капли	000000004	3,00	08X17T
– Ширина дендрита	000000005	20,00	08X17T
– Глубина дендрита	000000006	1,20	08X17T
– Объем капли	000000007	3,00	08X18Г8Н2Т
– Ширина дендрита	000000008	18,00	08X18Г8Н2Т
– Глубина дендрита	000000009	1,60	08X18Г8Н2Т

Рисунок 3.3 – Форма списка справочника «Измеряемые величины»

Справочник «Основные материалы» хранит информацию о материалах, которые будут выбираться при расчете измеряемых величин, которые, в свою очередь, для вычисления безразмерной функции.

Форма элемента справочника «Основные материалы» представлена на рисунке 3.4, 3.5.

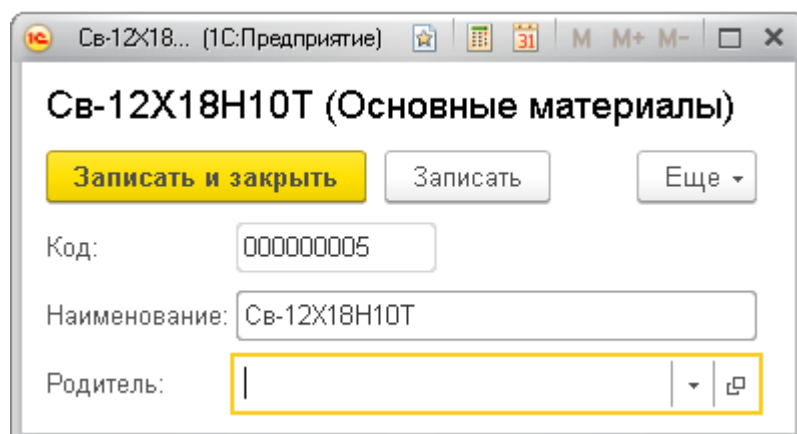


Рисунок 3.4 – Справочник «Основные материалы»

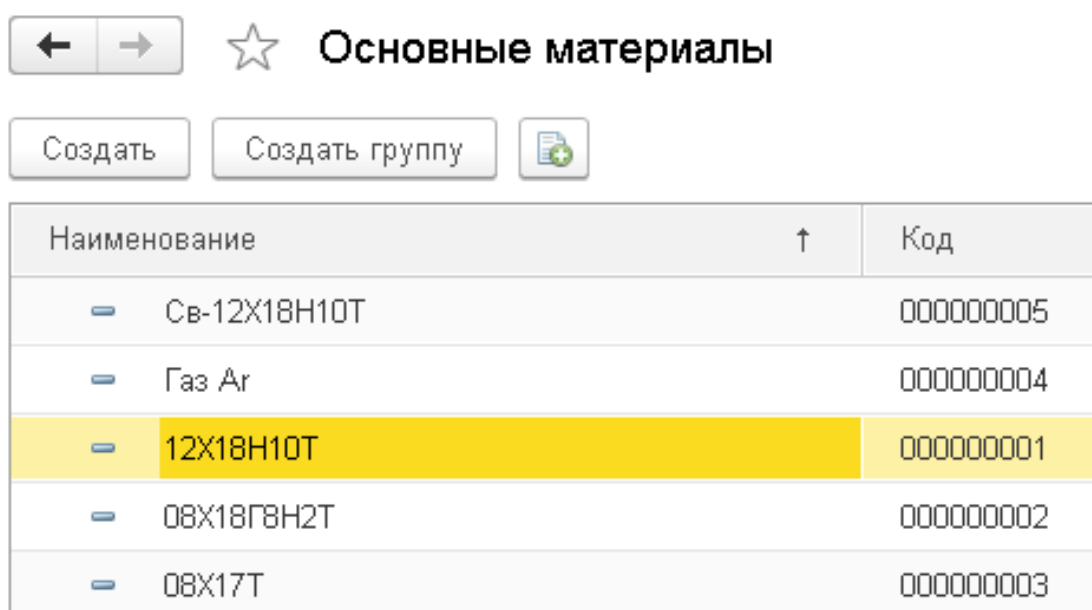


Рисунок 3.5 – Форма списка справочника «Основные материалы»

Справочник «Порошки» хранит информацию о наноструктурированных порошках-модификаторах, которые используются в эксперименте.

Форма элемента справочника представлена на рисунке 3.6.

Наименование	Код ↓
- W	000000001
- Al2O3	000000002
- Mo	000000003

Рисунок 3.6 – Форма списка справочника «Порошки»


Справочник «Количество НП». Данный справочник содержит информацию о различном количестве наноструктурированных порошков (рисунок 3.7).

Наименование	Код
- 4 мг	000000001
- 1 мг	000000002
- 2 мг	000000003
- 3 мг	000000004
- 5 мг	000000005
- 6 мг	000000006
- 7 мг	000000007
- 8 мг	000000008

Рисунок 3.7 – Форма списка справочника «Количество НП»

Справочник «Режимы сварки» содержит информацию о сварочных режимах, на которых планируется проводить опыты представлен на рисунке 3.8.

← → ☆ Режимы сварки


Создать 

Наименование	↑	Код
230-250		000000003
190-220		000000002
160-180		000000001

Рисунок 3.8 – Форма списка справочника «Режимы сварки»

Справочник «Опыты» содержит информацию о количестве опытов и их наименование (рисунок 3.9).

← → ☆ Опыты

Создать 

Наименование	Код
Опыт1	000000001
Опыт2	000000002
Опыт3	000000003
Опыт4	000000004
Опыт5	000000005
Опыт6	000000006
Опыт7	000000007
Опыт8	000000008
Опыт9	000000009
Опыт10	000000010
Опыт11	000000011
Опыт12	000000012
Опыт13	000000013

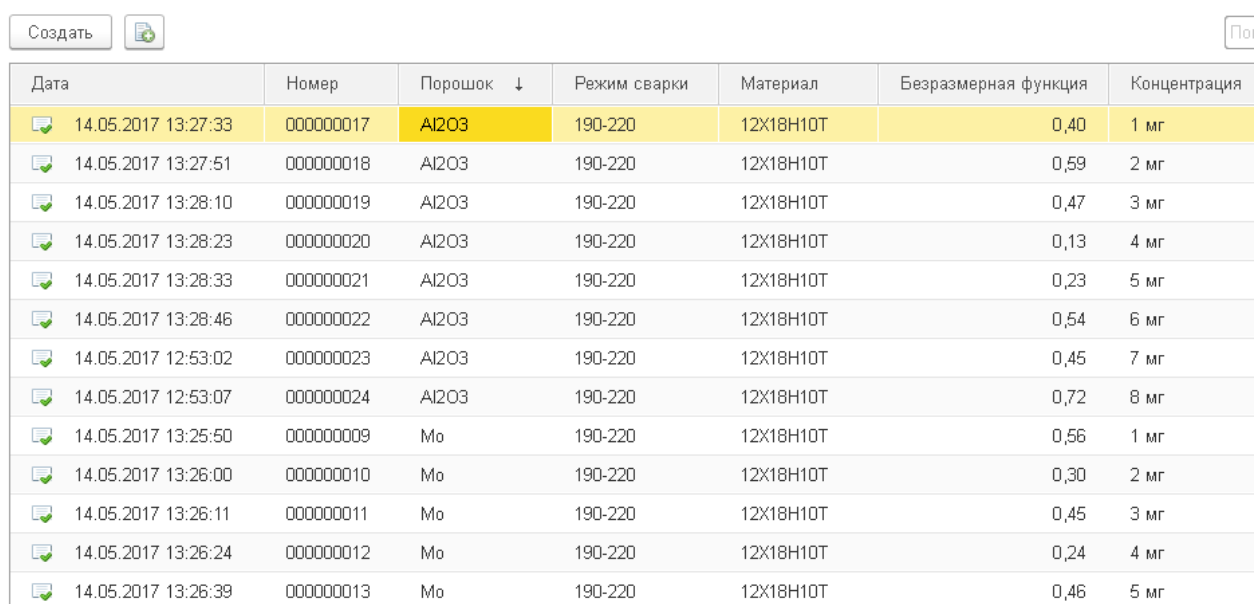
Рисунок 3.9 – Форма списка справочника «Опыты»

3.4.2 Документы

Документы позволяют хранить основную информацию обо всех событиях, происходящих в системе. В системе «1С: Предприятие» документ это основная учётная единица. Каждый документ может содержать информацию о конкретных хозяйственных операциях и иметь свой номер, дату и время [19].

Документ «Сварка образцов» содержит информацию об используемых основных сварочных материалах, применяемых наноструктурированных порошков, используемых режимах и рассчитанное/не рассчитанное значение безразмерной функции.

Форма списка представлена на рисунке 3.10.



Дата	Номер	Порошок ↓	Режим сварки	Материал	Безразмерная функция	Концентрация
14.05.2017 13:27:33	000000017	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,40	1 мг
14.05.2017 13:27:51	000000018	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,59	2 мг
14.05.2017 13:28:10	000000019	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,47	3 мг
14.05.2017 13:28:23	000000020	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,13	4 мг
14.05.2017 13:28:33	000000021	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,23	5 мг
14.05.2017 13:28:46	000000022	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,54	6 мг
14.05.2017 12:53:02	000000023	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,45	7 мг
14.05.2017 12:53:07	000000024	Al2O3	190-220	12X18H10T	0,72	8 мг
14.05.2017 13:25:50	000000009	Mo	190-220	12X18H10T	0,56	1 мг
14.05.2017 13:26:00	000000010	Mo	190-220	12X18H10T	0,30	2 мг
14.05.2017 13:26:11	000000011	Mo	190-220	12X18H10T	0,45	3 мг
14.05.2017 13:26:24	000000012	Mo	190-220	12X18H10T	0,24	4 мг
14.05.2017 13:26:39	000000013	Mo	190-220	12X18H10T	0,46	5 мг

Рисунок 3.10 – Форма списка документа «Сварка образцов»

Документ «Сварка образцов» по формулам рассчитывает показатели СЭПП. В документе проставляется весовой коэффициент показателей и выводится итоговое значение по показателям и общее расчётное значение.

Форма документа представлена на рисунке 3.11.

Сварка образцов 000000017 от 14.05.2017 13:27:33

Привести и закрыть Записать Провести Еще -

Номер: 000000017

Дата: 14.05.2017 13:27:33

Порошок: 0100

Концентрация: 1 мг

Режим сварки: 190-230

Материал: 12Х18Н10Т

Безразмерная функция: 0,40 Расчет БФ

Добавить Еще -


N	Измеряемая величина	Эксперим. значение вел.	
		Постоянная	Расчетное значение
1	Объем капли	2,50	0,83
		3,00	
2	Ширина дугарта	15,00	0,71
		21,00	
3	Глубина дугарта	1,00	0,67

Рисунок 3.11 – Документ «Сварка образцов»

В документе «Сварка образцов» осуществляется расчет значений множителей безразмерной функции. В документе занесены фиксированные (табличные) значения, соответствующие своему множителю. После ввода значений, полученных эмпирическим путем и нажатия кнопки «Расчет БФ» – получаем значение безразмерной функции для определенного Материала, режима сварки и применяемого наноструктурированного порошка-модификатора.

Документ «Стоимость материала» содержит информацию о материалах, учитывает их количество и цену (рисунок 3.12, 3.13).

← → ☆ **Стоимость материала**

Создать 






Дата	Номер	Материалы
 17.05.2017 19:38:32	000000004	Св-12X18H10T
 22.05.2017 14:16:17	000000005	Газ Ar
 14.05.2017 19:55:49	000000001	12X18H10T
 14.05.2017 19:55:54	000000002	08X18Г8H2T
 14.05.2017 19:55:52	000000003	08X17T

Рисунок 3.12 – Форма списка документа «Стоимость материала»

← → ☆ **Стоимость материала 000000004 от 17.05.2017 19:38:32**

Привести в закрытый | Записать | Провести Еще +

Номер: 000000004

Дата: 17.05.2017 19:38:32

Материалы: Св-12X18H10T Еще +


Добавить 

N	Цена	Количество	Единицы изм.	Сумма
1	896,00	5,00	кг	4475,00

Рисунок 3.13 – Форма документа «Стоимость материала»

Документ «Стоимость порошков» содержит информацию о порошках, учитывает их количество и цену (рисунок 3.14, 3.15).

← → ☆ **Стоимость порошков**

Создать 




Дата	Номер	Порошок
 14.05.2017 12:04:55	000000001	Mo
 14.05.2017 12:09:11	000000002	Al2O3
 14.05.2017 12:10:15	000000003	W

Рисунок 3.14 – Форма списка документа «Стоимость порошков»

← → ☆ Стоимость порошков 000000002 от 14.05.2017 12:09:11

Провести и закрыть Записать Провести Еще ▾

Номер: 000000002

Дата: 14.05.2017 12:09:11

Порошок: Al2O3

Добавить ⬇ ⬆ Еще ▾

N	Цена	Количество	Единицы изм. ...	Сумма
1	10 500,000	1,000	кг	10 500,000

Рисунок 3.15 – Форма документа «Стоимость порошков»

Документ «Планируемые затраты» содержит информацию об опытах и используемых в них материалах, а также учитывает цену и количество материала и высчитывает сумму, которую запланировано затратить на материал (рисунок 3.16, 3.17).

← → ☆ Планируемые затраты

Создать 📄

Дата	Номер	Опыт ↓	Материалы
17.05.2017 19:38:44	000000001	Опыт1	12X18H10T
17.05.2017 19:38:51	000000002	Опыт1	Газ Ar
17.05.2017 19:38:49	000000003	Опыт1	Св-12X18H10T
17.05.2017 19:38:46	000000004	Опыт1	Al2O3
21.05.2017 12:30:54	000000005	Опыт2	12X18H10T
21.05.2017 20:15:10	000000006	Опыт2	Al2O3
21.05.2017 12:32:58	000000007	Опыт2	Св-12X18H10T
21.05.2017 19:11:43	000000008	Опыт2	Газ Ar
21.05.2017 13:19:23	000000009	Опыт3	12X18H10T
21.05.2017 20:15:14	000000010	Опыт3	Al2O3
21.05.2017 13:19:05	000000011	Опыт3	Св-12X18H10T
21.05.2017 19:09:05	000000012	Опыт3	Газ Ar
21.05.2017 19:04:51	000000013	Опыт4	12X18H10T

Рисунок 3.16 – Форма списка «Планируемые затраты»

← → ☆ Планируемые затраты 000000003 от 17.05.2017 19:38:49

Провести и закрыть Записать Провести Ещё

Номер: 000000003

Дата: 17.05.2017 19:38:49

Опыт: Опыт1

Материалы: Св-12X18H10T

Добавить Ещё

№	Цена	Количество	Единицы изм.	Сумма
1	895,000	0,050	кг	44,750

Рисунок 3.17 – Форма документа «Планируемые затраты»

Документ «Фактические затраты» содержит информацию об опытах, ценах на материалы и их количестве, которое было использовано при проведении опытов (рисунок 3.18, 3.19).

← → ☆ Фактические затраты

Создать

Дата	Номер ↓	Опыт	Материалы
17.05.2017 19:31:12	000000001	Опыт1	12X18H10T
17.05.2017 19:35:24	000000002	Опыт1	Al2O3
17.05.2017 19:35:59	000000003	Опыт1	Св-12X18H10T
17.05.2017 19:37:26	000000004	Опыт1	Газ Ar
21.05.2017 12:36:03	000000005	Опыт2	12X18H10T
21.05.2017 20:16:06	000000006	Опыт2	Al2O3
21.05.2017 12:37:56	000000007	Опыт2	Св-12X18H10T
21.05.2017 12:38:56	000000008	Опыт2	Газ Ar
21.05.2017 13:19:51	000000009	Опыт3	12X18H10T
21.05.2017 20:15:58	000000010	Опыт3	Al2O3
21.05.2017 13:21:39	000000011	Опыт3	Св-12X18H10T
21.05.2017 13:21:33	000000012	Опыт3	Газ Ar
21.05.2017 19:25:58	000000013	Опыт4	12X18H10T

Рисунок 3.18 – Форма списка «Фактические затраты»

← → Фактические затраты 000000003 от 17.05.2017 19:35:59

Провести и закрыть Записать Провести Еще ▾

Номер: 000000003

Дата: 17.05.2017 19:35:59

Опыт: Опыт1

Материалы: Ca-1203BH10T

Добавить Еще ▾

N	Цена	Количество	Единица изм.	Сумма
1	895,000	0,045	кг	40,275

Рисунок 3.19 – Форма документа «Фактические затраты»

3.4.3 Отчёты

Отчёты – это специальный объект метаданных, предназначенный для формирования удобного для пользователя представления данных из таблиц базы данных [19].

Отчёт «Значение безразмерной функции» показывает значения безразмерной функции для выбранного материала наноструктурированного порошка, с которым проводился опыт, и графическое отображение результатов.

В отчете представлено два варианта отображения результата: График и Основной.

Форма Отчёт «Значение безразмерной функции» (График) представлена на рисунке 3.20.

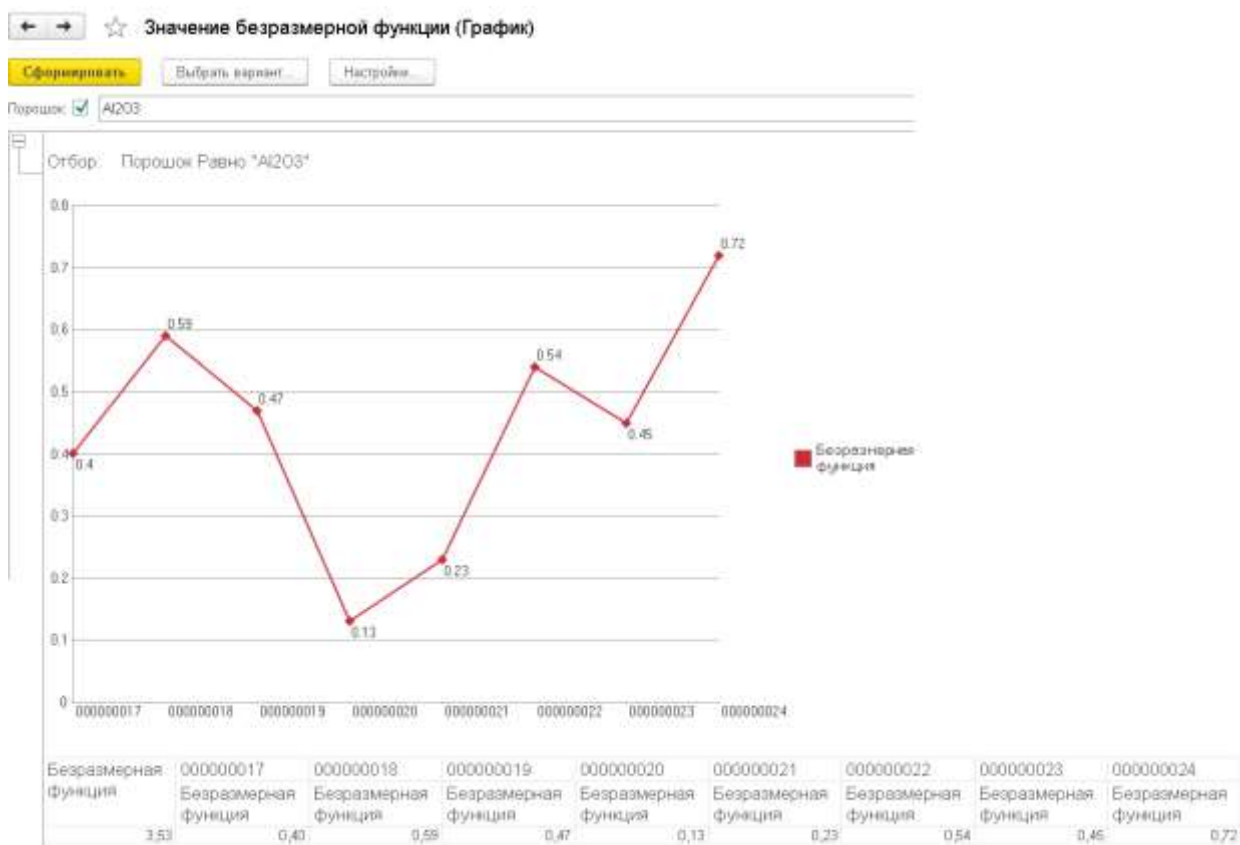


Рисунок 3.20 – Отчёт «Значение безразмерной функции (График)»

Форма отчета «Значение безразмерной функции (Основной)» представлена на рисунке 36. Также в отчете есть функция отбора по нанопорошку.

Сформировать Выбрать вариант... Настройки...

Порошок: Al2O3

Отбор: Порошок Равно "Al2O3"

Ссылка	Итого
Безразмерная функция	Безразмерная функция
+ Сварка образцов 000000023 от 14.05.2017 12:53:02	0,45
+ Сварка образцов 000000024 от 14.05.2017 12:53:07	0,72
+ Сварка образцов 000000017 от 14.05.2017 13:27:33	0,40
+ Сварка образцов 000000018 от 14.05.2017 13:27:51	0,59
+ Сварка образцов 000000019 от 14.05.2017 13:28:10	0,47
+ Сварка образцов 000000020 от 14.05.2017 13:28:23	0,13
+ Сварка образцов 000000021 от 14.05.2017 13:28:33	0,23
+ Сварка образцов 000000022 от 14.05.2017 13:28:46	0,54

Рисунок 3.21 – Отчет «Значение безразмерной функции (Основной)»

«Отчёт по сварке образцов» показывает информацию о проведенных опытах в рамках многофакторного эксперимента с фиксацией даты опытов, материалов, измеряемых величинах и полученных значений, сварочных режимах. В отчете предусмотрено два варианта отображения информации «По величинам» и «По экспериментам» (рисунок 3.22 и 3.23) соответственно.

← → ☆ Сварка образцов (По величинам)

Сформировать Выбрать вариант... Настройки...

	Измеряемая величина			Эксперим. значение величины
	Эксперим. значение величины			
	Материал	Порошок	Режим сварки	
[-]	Глубина дендрита			
[-]	12X18H10T	Mo	190-220	0,71
	12X18H10T	W	190-220	1,07
	12X18H10T	W	190-220	1,25
	12X18H10T	Mo	190-220	1,08
	12X18H10T	Mo	190-220	0,85
	12X18H10T	W	190-220	1,20
	12X18H10T	W	190-220	1,42
	12X18H10T	Mo	190-220	1,00
	12X18H10T	W	190-220	1,12
	12X18H10T	W	190-220	1,29
	12X18H10T	W	190-220	1,37
	12X18H10T	W	190-220	1,10
	12X18H10T	Mo	190-220	1,15
	12X18H10T	Mo	190-220	1,18
	12X18H10T	Mo	190-220	1,35
	12X18H10T	Mo	190-220	1,36
	12X18H10T	Al2O3	190-220	1,00
	12X18H10T	Al2O3	190-220	1,20
	12X18H10T	Al2O3	190-220	1,10
	12X18H10T	Al2O3	190-220	0,55

Рисунок 3.22 – Отчет «Сварка образцов (По величинам)»

← → ☆ Сварка образцов (По экспериментам)

Сформировать

	Дата	Материал	Порошок	Режим сварки	Эксперим. значение величины
	Измеряемая величина				
[-]	14.05.2017	12X18H10T	Al2O3	190-220	
					Объем капли 2,60
					Глубина дендрита 1,12
					Ширина дендрита 14,50
[-]	14.05.2017	12X18H10T	Al2O3	190-220	
					Ширина дендрита 18,30
					Объем капли 2,75
					Глубина дендрита 1,35
[-]	14.05.2017	12X18H10T	W	190-220	
					Ширина дендрита 12,00
					Глубина дендрита 1,20
					Объем капли 2,60
[-]	14.05.2017	12X18H10T	W	190-220	
					Объем капли 2,58
					Глубина дендрита 1,10
					Ширина дендрита 12,70
[-]	14.05.2017	12X18H10T	W	190-220	
					Ширина дендрита 13,50
					Объем капли 2,60
					Глубина дендрита 1,25
[-]	14.05.2017	12X18H10T	W	190-220	

Рисунок 3.23 – Отчет «Сварка образцов (По Экспериментам)»

Отчет «Стоимость материалов» содержит информацию о стоимости и количестве материалов (рисунок 3.24).

← → ☆ Стоимость материалов

Сформировать

Материалы	Количество	Цена	Сумма
08X17T	26,00	610,00	15 860,00
08X18G8H2T	26,00	580,00	15 080,00
12X18H10T	26,00	500,00	13 000,00
Газ Ar	40,00	26,25	1 050,00
Св-12X18H10T	5,00	895,00	4 475,00

Рисунок 3.24 – Отчет «Стоимость материалов»

Отчет «Стоимость порошков» содержит информацию о стоимости и количестве порошков (рисунок 3.25).



Порошок	Количество	Цена	Сумма
Al2O3	1,000	10 500,000	10 500,000
Mo	1,000	10 000,000	10 000,000
W	1,000	9 000,000	9 000,000

Рисунок 3.25 – Отчет «Стоимость порошков»

Отчет «Сравнение затрат» представляет пользователю информацию о планируемых и фактических затратах, вычисляет суммарную разницу, с помощью которой можно определить избыток или недостаток материалов (рисунок 3.26).



Опыт	Материалы	Плановая цена	Фактическая цена	Плановое количество	Фактическое количество	Плановая сумма	Фактическая сумма	Суммовая разница
Опыт1	12X18H10T	500,00	500,00	3,000	1,000	1 500,0000	500,0000	1 000,0000
Опыт1	Al2O3	10,50	10,50	0,001	0,001	0,0110	0,0110	
Опыт1	Св-12X18H10T	895,00	895,00	0,050	0,050	44,7500	40,2750	4,4750
Опыт1	Газ Ar	26,25	26,25	0,600	0,350	15,7500	9,1880	6,5620
Опыт2	Газ Ar	26,25	26,25	0,600	0,550	15,7500	14,4380	1,3120
Опыт2	Св-12X18H10T	895,00	895,00	0,050	0,050	44,7500	42,0650	2,6850
Опыт2	Al2O3	10,50	9,00	0,002	0,002	0,0210	0,0180	0,0030
Опыт2	12X18H10T	500,00	500,00	1,000	1,000	500,0000	500,0000	
Опыт3	12X18H10T	500,00	500,00	1,000	1,000	500,0000	500,0000	
Опыт3	Al2O3	10,50	9,00	0,003	0,003	0,0320	0,0270	0,0050
Опыт3	Газ Ar	26,26	26,25	0,600	0,400	15,7560	10,5000	5,2560
Опыт3	Св-12X18H10T	895,00	895,00	0,050	0,045	44,7500	40,2750	4,4750
Опыт4	Св-12X18H10T	895,00	895,00	0,050	0,048	44,7500	42,9600	1,7900
Опыт4	12X18H10T	500,00	500,00	1,000	1,000	500,0000	500,0000	
Опыт4	Газ Ar	26,25	26,25	0,600	0,500	15,7500	13,1250	2,6250
Опыт4	Al2O3	10,50	9,00	0,004	0,004	0,0420	0,0360	0,0060
Опыт5	12X18H10T	500,00	500,00	1,000	1,000	500,0000	500,0000	
Опыт5	Св-12X18H10T	895,00	895,00	0,050	0,045	44,7500	40,2750	4,4750
Опыт5	Al2O3	10,50	9,00	0,005	0,005	0,0530	0,0450	0,0080
Опыт5	Газ Ar	26,25	26,25	0,600	0,520	15,7500	13,6500	2,1000
Опыт6	Газ Ar	26,25	26,25	0,600	0,500	15,7500	13,1250	2,6250
Опыт6	12X18H10T	500,00	500,00	1,000	1,000	500,0000	500,0000	

Рисунок 3.26 – Отчет «Сравнение затрат»

3.5 Организационное проектирование

Организационное проектирование — важнейший начальный этап создания любой организации или подразделения. Это определение будущей структуры организации, ее систем управления, процедур выполнения действий, административных, технологических взаимодействий между всеми элементами. Эффективность функционирования управляющей системы организации зависит от грамотно спроектированной организационной системы управления. Такое проектирование базируется на стратегических планах организации. Разработка проектных решений для перспективного устройства бизнес-организации и по ее переходу к перспективному целевому состоянию, в этом заключается организационное проектирование.

На кафедре Сварочного производства в Юргинском технологическом институте Томского политехнического университета проектирование конкретной производственной системы или её подсистем включает в себя решение следующих основных задач:

- определение состава элементов системы (подсистемы) в количественном и качественном отношении и их размещение в пространстве, т.е. формирования производственных структур;
- разработка регламентов организационных процессов, происходящих в системе и создание комплекса организационно-плановых документов, содержащих основные положения этих регламентов;
- определение характера информационных взаимосвязей элементов системы, формирование структуры документооборота и создание информационного обеспечения организации производства;
- разработка нормативной базы организации производства для конкретных производственных систем (подсистем);

– установление экономических отношений между участниками производственного процесса – подразделениями или отдельными исполнителями.

Работа с конфигурацией

Работа с конфигурацией заключается во вводе первичных данных в справочники и документы с последующим анализом полученных значений с использованием отчетов. Данные действия производятся с помощью работы с разделами.

При активизации раздела вся функциональность соответствующей подсистемы представляется пользователю в виде команд в двух панелях: панели навигации и панели действий.

При вызове команд ввода новых и редактирования существующих объектов, а также при открытии отчетов и обработок открываются вспомогательные окна приложения.

Вспомогательные окна приложения отображаются на экране компьютера независимо от основного окна, и, таким образом, не используется классический многооконный интерфейс (MDI).

В информационной панели содержится кнопка "История", открывающая историю работы пользователя с программой. Это одно из многочисленных новшеств платформы «1С:Предприятие 8». Этот механизм позволяет контролировать работу пользователей и обеспечивает безопасность данных. Для перехода к нужному объекту выберите ссылку и нажмите кнопку "Открыть" или используйте левую кнопку мыши или клавишу «Enter».

В правой части области системных команд находятся вспомогательные команды, такие как переход по ссылке, калькулятор, календарь, информация о системе и другие. Пользователь может самостоятельно настроить состав этих команд, добавив имеющиеся команды или удалив существующие.

4 Результат проведенного исследования

Разработанная информационная система поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошковых модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей соответствует поставленным целям и задачам.

В созданной информационной системе поддержки принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированных порошковых модификаторов для сварки коррозионно-стойких сталей появилась возможность вести учет проведенных опытов, хранить информацию о планируемых и фактических затратах, учитывать стоимость материалов и результаты проведенных экспериментов. Также возможно составлять отчеты и получать необходимую информацию об экспериментах.

Получаемый эффект от внедрения информационной системы заключается в следующем:

- снижение времени на расчет экспериментальных значений;
- быстрое получение отчетов по анализу затрат;
- снижение времени на формирование планов по планируемым закупкам;
- быстрое и информативное представление результатов экспериментов.

Внедрение информационной системы позволит снизить трудозатраты на проведение расчетных работ после экспериментов, снизит вероятность возникновения статистической ошибки, снизит время на проведение расчетов.

3.6 Квалиметрическая оценка проекта

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была разработана информационная система выбора рационального количества наноструктурированного порошка для сварки коррозионно-стойких сталей.

Для создания системы был изучен документооборот организации, рассмотрены программы-аналоги имеющиеся на рынке ИС, выбрана среда программирования «1С:Предприятие 8» для решения поставленной задачи, определена входная и выходная информация, построена концептуальная модель предметной области, созданы алгоритмы решения задачи, выполненная работа исследована на безопасность, а также проведена технико-экономическая и финансовая оценка системы.

Был исследован рынок на существование программ-аналогов. На данный момент на рынке не представлены ПП, которые бы в полном объеме выполняли необходимые функции.

Проведены исследования известных программных средств для реализации проекта и выбрана – «1С: Предприятие 8», так как она наиболее удовлетворяет всем требованиям, предъявленным к разработке данной системы, и позволяет точно определить данные, порядок их хранения и доступа к ним.

В результате была разработана информационная система, производящая сбор, хранение, учет и контроль необходимых данных, помогающая научному сотруднику в проведении расчетов после выполнения многофакторного эксперимента, предоставляющая информацию о параметрах экспериментов, их результаты и экономический аспект.

Информационная система полностью удовлетворяет поставленным целям и задачам проектирования.

5.1 Оценка коммерческого потенциала НТИ

В настоящее время в производстве все большее применение находят нанотехнологии и наноматериалы.

В сварочном производстве актуальным направлением исследований является применение наноструктурированных порошков при сварке сталей аустенитного класса. Добавляемые при сварке нанопорошки оказывают положительный эффект на структуру сварного соединения и повышают эксплуатационные свойства.

Для исследований влияния наноструктурированных порошков при сварке аустенитных сталей необходимо проведение многофакторного эксперимента. В ходе проведения экспериментов образуется большой массив данных, множество типовых расчетов, учет которых долг и утомителен. После всех расчетов необходимо изобразить график по рассчитанным значениям и, как показывает практика, при ручных расчетах вероятно возникновение статистической ошибки, что в последующем окажет негативное влияние на результат эксперимента.

Разрабатываемая ИС помощи принятия решения при расчете количества наноструктурированного порошка при сварке коррозионно-стойких сталей позволит значительно сократить время расчетов, снизить трудоемкость, позволит структурировать данные и повысить точность расчетов.

Для создания нового прикладного программного обеспечения (ПО) трудоемкость оценивают на основе трудоемкости разработки аналогичного ПО с учетом отличительных особенностей данного проекта, отражаемых введением поправочных коэффициентов [20].

Трудоемкость программирования рассчитывается по формуле (5.1):

$$Q_{PROG} = \frac{Q_a n_{сл}}{n_{кв}}, \quad (5.1)$$

где Q_a – сложность разработки программы аналога (чел/час);
 $n_{сл}$ – коэффициент сложности разрабатываемой программы (выбирают программу-аналог и, относительно ее, вводят коэффициент сложности разрабатываемой программы; сложность программы-аналога принимается за единицу); $n_{кв}$ – коэффициент квалификации исполнителя, который определяется в зависимости от стажа работы: для работающих до 2-х лет - 0,8.

Если оценить сложность разработки программы-аналога «Project 3.2.1» (Q_a) в 50 человеко-часов, коэффициент сложности новой программы определить как 0,7, а коэффициент квалификации программистов установить на уровне 0,8, то трудозатраты на программирование составят 43,75 чел/час.

Затраты труда на программирование определяют время выполнение проекта, которое можно разделить на следующие временные интервалы: время на разработку алгоритма, на непосредственное написание программы, на проведение тестирования и внесение исправлений и на написание сопроводительной документации (2):

$$Q_{PROG} = t_1 + t_2 + t_3, \quad (5.2)$$

где t_1 – время на разработку алгоритма;

t_2 – время на написание программы;

t_3 – время на проведение тестирования и внесение исправлений.

Трудозатраты на алгоритмизацию задачи можно определить используя коэффициент затрат на алгоритмизацию (n_A), равный отношению трудоемкости разработки алгоритма к трудоемкости его реализации при программировании (3):

$$t_1 = n_A \cdot t_2. \quad (5.3)$$

Его значение лежит в интервале значений 0,1 до 0,5. Обычно его выбирают равным $n_A = 0,3$.

Затраты труда на проведение тестирования, внесение исправлений и подготовки сопроводительной документации определяются суммой затрат труда на выполнение каждой работы этапа тестирования (5.4):

$$t_3 = t_T + t_{II} + t_D, \quad (5.4)$$

где t_T – затраты труда на проведение тестирования;

t_{II} – затраты труда на внесение исправлений;

t_D – затраты труда на написание документации.

Значение t_3 можно определить, если ввести соответствующие коэффициенты к значениям затрат труда на непосредственно программирование (5):

$$t_3 = t_2(n_t). \quad (5.5)$$

Коэффициент затрат на проведение тестирования отражает отношение затрат труда на тестирование программы по отношению к затратам труда на ее разработку и может достигать значения 50%. Обычно его выбирают на уровне $n_t = 0,3$.

Коэффициент коррекции программы при ее разработке отражает увеличение объема работ при внесении изменений в алгоритм или в текст программы по результатам уточнения постановки и описания задачи, изменения состава и структуры входной и выводимой информации, а также в процессе улучшения качества программы без изменения ее алгоритмов. Коэффициент коррекции программы выбирают на уровне $n_i = 0,3$.

Коэффициент затрат на написание документации может составить до 75%. Для небольших программ коэффициент затрат на написание сопроводительной документации может составить: $n_d = 0,35$.

Объединим полученные значения коэффициентов затрат(5.6):

$$t_3 = t_2(n_T + n_{II} + n_D) \quad (5.6)$$

Отсюда имеем (7):

$$Q_{PROG} = t_2 \times (n_A + 1 + n_T + n_H + n_D) . \quad (5.7)$$

Затраты труда на написание программы (программирование) составят (5.8):

$$t_2 = \frac{Q_{prog}}{(n_A + 1 + n_T + n_H + n_D)} , \quad (5.8)$$

получаем

$$t_2 = \frac{43,75}{(0,3+1+0,25+0,3+0,3)} = \frac{43,75}{2,15} = 20,3 \text{ ч.}$$

Программирование и отладка алгоритма составит 20,3 часа или 2,5 дня.

Затраты на разработку алгоритма:

$$t_1 = 0,3 \times 20,3 = 6,1 \text{ ч.}$$

Время на разработку алгоритма составит 6,1 часа или 1 день.

$$\text{Тогда } t_3 = 20,3 \times (0,25 + 0,3 + 0,3) = 20,3 \times 0,85 = 17,3 \text{ ч.}$$

Время на проведение тестирования и внесение исправлений составит 17,3 час или 2 дней.

Общее значение трудозатрат для выполнения проекта (5.9):.

$$Q_p = Q_{PROG} + t_i , \quad (5.9)$$

где t_i – затраты труда на выполнение i -го этапа проекта.

$$Q_p = 43,75 + 20,3 = 64,05 \text{ ч. (8_ дней)}$$

Средняя численность исполнителей при реализации проекта разработки и внедрения ПО определяется следующим соотношением:

$$N = Q_p / F , \quad (5.10)$$

где Q_p – затраты труда на выполнение проекта;

F – фонд рабочего времени.

Величина фонда рабочего времени определяется:

$$F = T \times F_M , \quad (5.11)$$

где T – время выполнения проекта в месяцах,

F_M – фонд времени в текущем месяце, который рассчитывается из учета общего числа дней в году, числа выходных и праздничных дней.

$$F_M = t_p \times (D_K - D_B - D_{II}) / 12, \quad (5.12)$$

где t_p – продолжительность рабочего дня;

D_K – общее число дней в году;

D_B – число выходных дней в году;

D_{II} – число праздничных дней в году.

Подставив, свои данные получим:

$$F_M = 8 \times (365 - 118) / 12 = 165.$$

Фонд времени в *текущем* месяце составляет 165 часов.

$$F = 3 \times 165 = 495.$$

Величина фонда *рабочего* времени составляет 495 часов.

$$N = 64,05 / 495 = 0,13 \text{ (это 1 человек).}$$

Отсюда следует, что реализации проекта требуются один человек: программист.

Для иллюстрации последовательности проводимых работ проекта применяют ленточный график (календарно-сетевой график, диаграмму Гантта). На которой по оси X показывают календарные дни (по рабочим неделям) от начала проекта до его завершения. По оси Y - выполняемые этапы работ. Данный график показан на рисунке 5.1.1

Название	Начало	Длительность	Окончание
Исследование и обоснование стадии	16.01.2017	1	16.01.2017
Анализ предметной области	17.01.2017	1	17.01.2017
Разработка и утверждение технического задания	18.01.2017	1	18.01.2017
Проектирование	19.01.2017	1	19.01.2017
Программная реализация	20.01.2017	3	24.01.2017
Оформление проекта	25.01.2017	1	25.01.2017

Рисунок 5.1 – Данные к диаграмме Гантта

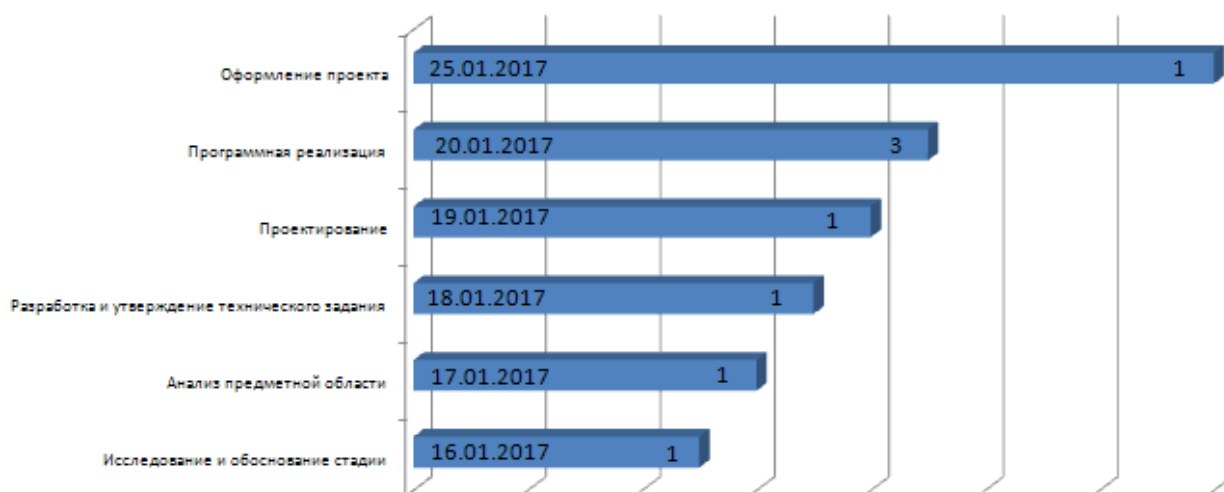


Рисунок 5.1.1 – Диаграмма Ганта

5.2 Анализ структуры затрат проекта

Затраты на выполнение проекта состоят из затрат на заработную плату исполнителям, затрат на закупку или аренду оборудования, затрат на организацию рабочих мест, и затрат на накладные расходы (5.13):

$$C = C_{зн} + C_{эл} + C_{об} + C_{орг} + C_{накл} , \quad (5.13)$$

Где $C_{зн}$ – заработная плата исполнителей;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию;

$C_{об}$ – затраты на обеспечение необходимым оборудованием;

$C_{орг}$ – затраты на организацию рабочих мест;

$C_{накл}$ – накладные расходы.

5.2.1 Заработная плата исполнителей

Затраты на выплату исполнителям заработной платы определяется следующим соотношением (5.14):

$$C_{зн} = C_{з.осн} + C_{з.доп} + C_{з.отч} , \quad (5.14)$$

где $C_{з.осн}$ – основная заработная плата;

$C_{з.доп}$ – дополнительная заработная плата;

$C_{з.отч}$ – отчисление с заработной платы.

Расчет основной заработной платы при дневной оплате труда исполнителей проводится на основе данных по окладам и графику занятости исполнителей (5.15):

$$C_{з.осн} = O_{дн} \times T_{зан} \quad (5.15)$$

$O_{дн}$ – дневной оклад исполнителя;

$T_{зан}$ – число дней, отработанных исполнителем проекта.

При 8-и часовом рабочем дне оклад рассчитывается (16):

$$O_{дн} = \frac{O_{мес} \cdot 8}{F_m}, \quad (5.16)$$

где $O_{мес}$ – месячный оклад;

F_m – месячный фонд рабочего времени (5.12).

В таблице 5.1 можно увидеть расчет заработной платы с перечнем исполнителей и их месячных и дневных окладов, а также времени участия в проекте и рассчитанной основной заработной платой с учетом районного коэффициента для каждого исполнителя.

Таблица 5.2 – Затраты на основную заработную плату

№	Должность	Оклад, руб./мес	Дневной Оклад, руб.	Трудовые затраты, ч.-дн.	Заработная плата, руб.	Заработная плата с р.к, руб.
1	Программист	9600,00	465,00	8	3720,00	4836

Расходы на дополнительную заработную плату учитывают все выплаты непосредственно исполнителям за время, не проработанное, но предусмотренное законодательством, в том числе: оплата очередных отпусков, компенсация за неиспользованный отпуск, и др. Величина этих выплат составляет 20% от размера основной заработной платы (5.17):

$$C_{з.доп} = 0,2 \times C_{з.осн} . \quad (5.17)$$

Дополнительная заработная плата программиста составит 967,2 руб.

Отчисления с заработной платы составят (5.18):

$$C_{з.отч} = (C_{з.осн} + C_{з.доп}) \times 30\%, \quad (5.18)$$

Отчисления с заработной платы программиста составят 1741 руб.

Общую сумму расходов по заработной плате с учетом районного коэффициента можно увидеть в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Общая сумма расходов по заработной плате

№	Должность	Оклад, руб.	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Отчисления с заработной платы, руб.
1	Программист	9600	4836	967,2	1741

5.2.2 Затраты на оборудование и программное обеспечение

Затраты, связанные с обеспечением работ оборудованием и программным обеспечением, следует начать с определения состава оборудования и определения необходимости его закупки или аренды. Оборудованием, необходимым для работы, является персональный компьютер и принтер, которые были приобретены [20].

В нашем случае покупки рассчитывается величина годовых амортизационных отчислений по следующей формуле(5.19):

$$A_z = C_{бал} \times H_{ам}, \quad (5.19)$$

где A_z – сумма годовых амортизационных отчислений, руб.;

$C_{бал}$ – балансовая стоимость компьютера, руб./шт.;

$H_{ам}$ – норма амортизации, %.

$$A_{п} = A_z / 365 \times T_k \quad (5.20)$$

где $A_{п}$ – сумма амортизационных отчислений за период создания программы дней, руб.;

T_k – время эксплуатации компьютера при создании программы.

Согласно данным графика Гантта (рис.5.1), на программную реализацию требуется 3 дней, при этом время эксплуатации компьютера при создании программы составило 3 дней.

Амортизационные отчисления на компьютер и программное обеспечение производятся ускоренным методом с учетом срока эксплуатации.

Балансовая стоимость ПЭВМ включает отпускную цену, расходы на транспортировку, монтаж оборудования и его наладку и вычисляется по формуле(5.21):

$$C_{бал} = C_{рын} \times Z_{уст} , \quad (5.21)$$

где $C_{бал}$ – балансовая стоимость ПЭВМ, руб.;

$C_{рын}$ – рыночная стоимость компьютера, руб./шт.;

$Z_{уст}$ – затраты на доставку и установку компьютера, %.

Компьютер, на котором велась работа, был приобретен до создания программного продукта по цене 25 000 руб., затраты на установку и наладку составили примерно 1% от стоимости компьютера.

Отсюда:

$$C_{бал} = 25000 \times 1,01 = 25250 \text{ руб./шт.}$$

Программное обеспечение 1С:Предприятие 8.3 было приобретено до создания программного продукта, цена дистрибутива составила 15000 руб. На программное обеспечение производятся, как и на компьютеры, амортизационные отчисления. Общая амортизация за время эксплуатации компьютера и программного обеспечения при создании программы вычисляется по формуле (5.22):

$$A_{П} = A_{ЭВМ} + A_{ПО} , \quad (5.22)$$

где $A_{ЭВМ}$ – амортизационные отчисления на компьютер за время его эксплуатации;

$A_{ПО}$ – амортизационные отчисления на программное обеспечение за время его эксплуатации.

Отсюда следует:

$$A_{ЭВМ} = \frac{25250 \times 0,25}{365} \times 3 = 51,9 \text{ руб.};$$

$$A_{ПО} = \frac{15000 \times 0,25}{365} \times 3 = 30,8 \text{ руб.};$$

$$A_{П} = 51,9 + 30,8 = 82,7 \text{ руб.}$$

5.2.3 Расчет затрат на текущий ремонт

Затраты на текущий и профилактический ремонт принимаются равными 5% от стоимости ЭВМ [20]. Следовательно, затраты на текущий ремонт за время эксплуатации вычисляются по формуле (5.23):

$$Z_{тр} = C_{бал} \times P_p \times T_k / 365, \quad (5.23)$$

где P_p – процент на текущий ремонт, %.

Отсюда:

$$Z_{тр} = 25250 \times 0,05 \times 3 / 365 = 10,4 \text{ руб.}$$

Сведем полученные результаты в таблицу 5.3:

Таблица 5.3 – Затраты на оборудование и программное обеспечение

Вид затрат	Денежная оценка, руб.	Удельный вес, %
Амортизационные отчисления	82,7	88,8
Текущий ремонт	10,4	11,2
Итого:	93,1	100

5.2.4 Затраты на электроэнергию

К данному пункту относится стоимость потребляемой электроэнергии компьютером за время разработки программы.

Стоимость электроэнергии, потребляемой за год, определяется по формуле (5.24):

$$Z_{ЭЛ} = P_{ЭВМ} \times T_{ЭВМ} \times C_{ЭЛ}, \quad (5.24)$$

где $P_{ЭВМ}$ – суммарная мощность ЭВМ, кВт;

$T_{ЭВМ}$ – время работы компьютера, часов;

$C_{ЭЛ}$ – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии, руб.

Рабочий день равен восьми часам, следовательно, стоимость электроэнергии за период работы компьютера во время создания программы будет вычисляться по формуле (25):

$$Z_{ЭЛ.ПЕР} = P_{ЭВМ} \times T_{ПЕР} \times 8 \times C_{ЭЛ}, \quad (5.25)$$

где $T_{ПЕР}$ – время эксплуатации компьютера при создании программы, дней.

Согласно техническому паспорту ЭВМ $P_{ЭВМ} = 0,24$ кВт, а стоимость 1 кВт/ч электроэнергии по данным «Кузбассэнергосбыт» по одноставочному тарифу для юр.лиц составляет $C_{ЭЛ} = 3,5$ руб. Тогда расчетное значение затрат на электроэнергию определяется по формуле 5.25 [20]:

$$Z_{ЭЛ.ПЕР} = 0,24 \times 3 \times 8 \times 3,5 = 20,6 \text{ руб.}$$

5.2.5 Накладные расходы

Накладные расходы, связанные с выполнением проекта, вычисляются, ориентируясь на расходы по основной заработной плате. Обычно они составляют от 60% до 100% расходов на основную заработную плату (5.26).

$$C_{накл} = 0,6 \times C_{з осн}. \quad (5.26)$$

Накладные расходы составят 2901,6 руб.

Общие затраты на разработку ИС сведем в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Расчет затрат на разработку ИС

Статьи затрат	Затраты на проект, руб.	Удельный вес, %

Статьи затрат	Затраты на проект, руб.	Удельный вес, %
Расходы по заработной плате	5763,2	65,65
Амортизационные отчисления	82,7	0,94
Затраты на электроэнергию	20,6	0,23
Затраты на текущий ремонт	10,4	0,11
Накладные расходы	2901,6	33,05
Итого	8778,5	100

На основе данных о затратах на разработку и внедрение, результаты ведения кадрового учета, следует определить стоимость одного комплекта программного обеспечения.

Стоимость выставяемого на рынок ПО определяется частью стоимости разработки ПО, затрат на внедрение и прибыли фирмы-разработчика. В ряде случаев можно учесть затраты на обучение персонала методам работы с ПО.

Для расчета затрат на внедрение необходимо рассчитать основную заработную плату на внедрение проекта.

Затраты на разработку проекта рассчитываются по формуле (5.27):

$$K = Z_{об} + K_{вн}, \quad (5.27)$$

где K – затраты на разработку;

$Z_{об}$ – общие затраты;

$K_{вн}$ – затраты на внедрение.

Подставляя данные получим, что:

$$K = 8778,2 + 720 = 9498,2 \text{ руб.}$$

Стоимость внедрения остается постоянной для каждой установки ПО, а частичная стоимость разработки, приходящаяся на каждый комплект ПО, определяются исходя из данных о планируемом объеме установок. Из

результатов видно, что затраты на разработку и внедрение программного продукта составила 9498,2 рублей.

5.2.6 Расчет эксплуатационных затрат

К эксплуатационным относятся затраты, связанные с обеспечением нормального функционирования как обеспечивающих, так и функциональных подсистем автоматизированной системы.

В качестве базового варианта используется обработка с использованием ЭВМ специализированной ИС.

Таблица 5.5 – Время обработки данных в год

Наименование этапа	Базовый вариант, день	Новый вариант, день
1	2	3
Внесение входных данных	2	0,3
Внесение и структуризация экспериментальных значений	2	0,3
Расчет значения безразмерной функции	3	0,1
Структурирование полученных результатов	1	0,1
Составление диаграмм	1	0,1
Формирование отчета о проделанной работе	1	0,1
Итого:	10	1

Для базового варианта время обработки данных составляет 10 дней в году. При использовании разрабатываемой системы время на обработку данных составит 1 дней в году. Таким образом, коэффициент загруженности для базового и нового варианта составляет:

$$1 / 247 = 0,004 \text{ (для нового варианта),}$$

$$10 / 247 = 0,04 \text{ (для базового).}$$

Средняя заработная плата:

$$9600 \times 0,04 \times 12 \times 1,3 = 5990,4 \text{ руб. (для базового),}$$

$$9600 \times 0,004 \times 12 \times 1,3 = 599,04 \text{ руб. (для нового).}$$

Мощность компьютера составляет 0,24 кВт, время работы компьютера в год для базового варианта – 80 часов, для нового варианта – 8 часов, тариф на электроэнергию составляет 3,5 руб. (кВт/час.).

Таким образом, затраты на силовую энергию для базового проекта составят:

$$Зэ = 0,24 \times 80 \times 3,5 = 67,2 \text{ руб.}$$

Затраты на силовую энергию для нового варианта составят:

$$Зэ = 0,24 \times 8 \times 3,5 = 6,72 \text{ руб.}$$

Накладные расходы, которые включают в себя расходы на содержание административно-управленческого персонала, канцелярские расходы, командировочные расходы и т.п., принимаются равными 65% от основной заработной платы [20].

Сравним статьи затрат базового варианта с разрабатываемым вариантом (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Смета годовых эксплуатационных затрат

Статьи затрат	Величина затрат, руб.	
	для базового варианта	для разрабатываемого варианта
Основная заработная плата	5990,4	599,04
Дополнительная заработная плата	1198,08	119,8
Амортизация		82,7
Отчисления от заработной платы	1797,12	179,7
Затраты на электроэнергию	67,2	6,72
Накладные расходы	3594,2	359,02
Итого:	12647	1346,9

Из произведенных выше расчетов видно, что новый проект выгоднее.

5.3 Расчет показателя экономического эффекта

Ожидаемый экономический эффект определяется по формуле (5.28):

$$\mathcal{E}_o = \mathcal{E}_z - E_n \times Kn, \quad (5.28)$$

где \mathcal{E}_z – годовая экономия;

Kn – капитальные затраты на проектирование;

E_n – нормативный коэффициент ($E_n = 0,15$).

Годовая экономия \mathcal{E}_z складывается из экономии эксплуатационных расходов и экономии в связи с повышением производительности труда пользователя и рассчитывается по формуле (5.29).

$$\mathcal{E}_z = P_1 - P_2, \quad (5.29)$$

где P_1 и P_2 – соответственно эксплуатационные расходы до и после внедрения с учетом коэффициента производительности труда.

Получим:

$$\mathcal{E}_z = 12647 - 1346,9 = 11300,1 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_o = 11300,1 - 0,15 \times 9498,2 = 9875,4 \text{ руб.}$$

Рассчитаем фактический коэффициент экономической эффективности разработки по формуле (5.30):

$$K_{\text{ЭФ}} = \text{Э}_O / K . \quad (5.30)$$

$$K_{\text{ЭФ}} = 11300,1 / 9498,2 = 1,1$$

Так как $\hat{E}_{\text{ЭФ}} < 0,2$, проектирование и внедрение прикладной программы эффективно.

Рассчитаем срок окупаемости разрабатываемого продукта по формуле (5.31):

$$T_{\text{ОК}} = K / \text{Э}_O , \quad (5.31)$$

где $T_{\text{ОК}}$ – время окупаемости программного продукта, в годах

Таким образом, срок окупаемости разрабатываемого проекта составляет:

$$T_{\text{ОК}} = 9498,2 / 11300,1 = 0,84 \text{ (лет)} [20].$$

Таблица 5.7 – Сводная таблица экономического обоснования разработки и внедрения проекта

Показатель	Значение
Затраты на разработку проекта, руб.	9498,2
Общие эксплуатационные затраты, руб.	1346,9
Экономический эффект, руб.	9875,4
Коэффициент экономической эффективности	1,1
Срок окупаемости, лет	0,84

В ходе проделанной работы определены затраты на разработку проекта, общие эксплуатационные затраты, экономический эффект, коэффициент экономической эффективности, срок окупаемости и т.д.. Результаты расчетов доказывают целесообразность и эффективность разработки данного программного обеспечения (таблица 5.7). Затраты на разработку проекта составили 9498,2 руб., общие эксплуатационные затраты 1346,9, годовой экономический эффект от внедрения данной системы составит 9875,4 руб., ожидаемый экономический эффект составит 9875,4

руб., коэффициент экономической эффективности 1,1, срок окупаемости – 0,84 года.

Анализ рынка аналогичного ПО показал, что на данный момент нет программ выполняющих необходимые для выбора рационального количества нанопорошка функции. Кроме того, их стоимость значительно превышает стоимость разрабатываемой ИС, что является серьезной останавливающей силой. Стоимость аналогичного ПО и разрабатываемой ИС: «Компас-Автопроект» - 54000 руб., «Вертикаль» - 68000 руб., «VirtualArc» - 110000 руб., «SysWeld» - 25000 \$, «1С: Расчет количества нанопорошка» - 9498,2 руб.

Проделанные расчеты и анализ аналогичного ПО показывают, что внедрение разработанной информационной системы имеет экономическую выгоду для организации.

6 Социальная ответственность

6.1 Техногенная безопасность

В данной работе дается характеристика работ оператора ЭВМ, который занимается разработкой программного обеспечения. Рабочей зоной является офисное помещение, рабочее место оборудовано ПК. В работе будут выявлены и разработаны решения для обеспечения защиты от вредных факторов проектируемой производственной среды для работника, общества и окружающей среды.

Объектом проведенного исследования является "Рабочий кабинет", расположенный на кафедре Сварочного производства ЮТИ ТПУ. Данный кабинет представляет из себя помещение площадью 50 м² (5м×10м) и объем 125м³ (5м×10м×2,5м). Стены и потолок исполнены в светлых тонах. Пол бетонный, покрытый линолеумом светлого оттенка. В помещении имеются окна (размер 1,5х1,92 м). Освещение естественное только в светлое время суток, по большей части в теплое время года. В остальные времена года превалирует общее равномерное искусственное освещение. Основным источником света в помещении являются 21 светильник типа ШОД с лампами 18 Вт, вмонтированных в потолок.

Выявлены следующие негативные факторы:

1. Электромагнитные излучения.

Производственные метеоусловия

При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды поверхности тела расширяются. При понижении температуры окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются. Приток крови к поверхности тела замедляется, и отдача тепла уменьшается.

Влажность воздуха оказывает большое влияние на терморегуляцию (способность человеческого организма поддерживать постоянную температуру при изменении параметров микроклимата) человека.

Повышенная влажность ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а слишком низкая влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Движение воздуха в помещении является важным фактором, влияющим на самочувствие человека.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Данные были взяты из СанПиН 2.2.4.548-96.

Таблица 6.1 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в помещениях с ПЭВМ [21]

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Допустимые				
холодный	Легкая 1а	21-25	75	0,1
Теплый	Легкая 1а	22-28	55	0,1-0,2
Оптимальные				
холодный	Легкая 1а	22-24	40-60	0,1
Теплый	Легкая 1а	23-25	40-60	0,1

Параметры микроклимата кабинета следующие: категория работы – легкая 1а; температура воздуха: в холодный период (искусственное отопление) → 20– 21° С; в теплый период – 22 – 25° С; относительная влажность воздуха: в холодный период – 38 – 56 %; в теплый период – 42 – 62 %;

Таким образом, установлено, что реальные параметры микроклимата соответствуют допустимым параметрам для данного вида работ. Для соответствия оптимальным параметрам микроклимата необходима установка

в кабинете кондиционера, который бы охлаждал и увлажнял воздух в особо жаркую погоду. Для повышения же температуры до необходимой нормы в холодное время года необходимо произвести очистку системы искусственного отопления для улучшения скорости теплообмена.

На рабочем месте отдела закупок производственные метеоусловия в норме.

Производственное освещение

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Превышение нормативных параметров освещения ведет к снижению работоспособности, так как чрезмерная яркость и блескость слепит глаза и искажает видимость. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности. Все данные взяты согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

На рабочем месте отдела закупок производственное освещение не нарушено, согласно ГОСТ 6825-91.

Электромагнитные излучения

Электромагнитные поля, излучаемые монитором, представляют реальную угрозу для пользователя. Воздействие таких полей вызывает изменение обмена веществ на клеточном уровне, нарушение деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, нарушаются

биологические процессы в тканях и клетках, также воздействует на органы зрения и органы половой сферы.

Помимо электромагнитных излучений монитора, влияющих на состояние здоровья пользователя, сравнительно недавно был введен термин КЗС.

Нормы электромагнитного излучения:

Таблица 6.2 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, (В/м) ² × ч	По магнитной составляющей, (А/м) ² × ч	По плотности потока энергии (мкВт/см ²) × ч
30 кГц - 3 МГц	20000,0	200,0	-
3 - 30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30 - 50 МГц	800,0	0,72	-
50 - 300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц - 300 ГГц	-	-	200,0

Примечание: в настоящих Санитарных нормах и правилах во всех случаях при указании диапазонов частот каждый диапазон исключает нижний и включает верхний предел частоты.

Предельно допустимые значения интенсивности ЭМИ РЧ ($E_{пду}$, $H_{пду}$, $ППЭ_{пду}$) в зависимости от времени воздействия в течение рабочего дня (рабочей смены) и допустимое время воздействия в зависимости от интенсивности ЭМИ РЧ определяются по формулам:

$$E_{пду} = (\text{ЭЭ}E_{пд}/T)^{1/2} \quad T = \text{ЭЭ}/E^2$$

$$H_{пду} = (\text{ЭЭ}H_{пд}/T)^{1/2} \quad T = \text{ЭЭ}/H^2$$

$$ППЭ_{пду} = \text{ЭЭ}ППЭ_{пд}/T \quad T = \text{ЭЭ}ППЭ_{пд}/ППЭ$$

Значения предельно допустимых уровней напряженности электрической ($E_{пду}$) и магнитной ($H_{пду}$) составляющих в зависимости от продолжительности воздействия приведены в таблице.

На рабочем месте электромагнитные излучения не превышают норму.

Воздействие шума на организм человека

Проявление вредного воздействия шума на организм человека разнообразно: шум с уровнем 80дБ затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности и мешает нормальному отдыху при воздействии шума с уровнем 100-120 дБ на низких частотах и 80-90 дБ на средних и высоких частотах может вызвать необратимые потери слуха, характеризующиеся постоянным изменением порога слышимости. Для нормального существования, чтобы не ощущать себя изолированным от мира, человеку нужен шум в 10 - 20 дБ.

При длительном воздействии шума на человека происходят нежелательные явления: снижается острота зрения, слуха, повышается кровяное давление, понижается внимание. Сильный продолжительный шум может стать причиной функциональных изменений сердечно-сосудистой и нервной систем. (ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности).

На рабочем месте сотрудники не подвержены воздействию вредного шума.

На рабочем месте сотрудник подвержен воздействию опасных факторов производственной среды. Этими факторами являются:

- электробезопасность;
- пожаро-взрыво-безопасность.

Влияние электрического тока

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токоведущих и нетокведущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В).

В рассматриваемом помещении, находятся применяемые в работе компьютеры, принтер, которые представляют собой опасность повреждения переменным током. Источники постоянного тока в кабинете отсутствуют.

Общие травмы, вызванные действием электрического тока – электрический удар, могут привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Местные травмы: металлизация кожи, механические повреждения, ожоги, также очень опасны. (ГОСТ12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля») [21].

Пожаро-взрыво-безопасность

Стены здания кирпичные, перегородки кирпичные, кровли металлопрофильные. В помещении находятся горючие вещества и материалы в холодном состоянии. Для тушения пожаров применяются ручные огнетушители ОУ – 3.

При эксплуатации ПЭВМ пожар или взрыв может произойти в следующих ситуациях:

- короткое замыкание;
- перегрузки;
- повышение переходных сопротивлений в электрических контактах;
- перенапряжение;

Противопожарная и противовзрывная профилактика на данном рабочем месте традиционно ограничивалась обучением технике безопасности и мерами по предупреждению взрывов и всегда входила в обязанности муниципальных управлений противовзрывной охраны.

Каждый из этих факторов (в разной степени) отрицательно воздействует на здоровье и самочувствие человека. (ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества).

6.2 Региональная безопасность

Рассматривается рабочее место на исследуемом предприятии, которое занимается образовательной деятельностью. Характер производственной деятельности не предполагает наличие стационарных источников загрязнения окружающей среды.

Источников загрязнения атмосферы нет.

Основным источником загрязнения литосферы являются бумажные отходы. Большая их часть либо утилизируется как макулатура, либо сжигается (документы, содержащие конфиденциальную информацию)

6.3 Организационные мероприятия обеспечения безопасности

В данном рабочем помещении используется смешанное освещение. Естественное освещение осуществляется через окно в наружной стене здания. В качестве искусственного освещения используется система общего освещения (освещение, светильники которого освещают всю площадь помещения). Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 лк.

Для организации такого освещения лучше выбрать люминесцентные лампы, так как они имеют ряд преимуществ перед лампами накаливания: их спектр ближе к естественному; они имеют большую экономичность (больше светоотдача) и срок службы (в 10-12 раз больше чем лампы накаливания). Но следует помнить, что имеются и недостатки: работа ламп такого типа сопровождается иногда шумом; они хуже работают при низких температурах; такие лампы имеют малую инерционность. Для данного помещения, в котором будет эксплуатироваться информационная система, люминесцентные лампы подходят. Тип светильника определим как ШОД.

Кроме того, необходимо для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп [21].

Нормами для данных работ установлена необходимая освещённость рабочего места $E = 300$ лк (так как работа очень высокой точности -

наименьший размер объекта различения равен 0.15 – 0.3 мм разряд зрительной работы – II, подразряд зрительной работы – Г, фон – светлый, контраст объекта с фоном – большой).

Расчёт системы освещения производится методом коэффициента использования светового потока, который выражается отношением светового потока, падающего на расчётную поверхность, к суммарному потоку всех ламп. Его величина зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемой коэффициентами отражения стен и потолка.

Основные характеристики используемого осветительного оборудования и рабочего помещения:

- тип светильника – с защитной решеткой типа ШОД;
- наименьшая высота подвеса ламп над полом – $h_2=2,5$ м;
- нормируемая освещенность рабочей поверхности $E=300$ лк для общего освещения;
- длина $A = 10$ м, ширина $B = 5$ м, высота $H = 2,5$ м.
- коэффициент запаса для помещений с малым выделением пыли $k=1,5$;
- высота рабочей поверхности – $h_1=0,8$ м;
- коэффициент отражения стен $\rho_c=30\%$ (0,3) - для стен оклеенных светлыми обоями;
- коэффициент отражения потолка $\rho_{п}=70\%$ (0,7) - потолок побеленный.

Произведем размещение осветительных приборов. Используя соотношение для лучшего расстояния между светильниками $\lambda = L/h$, а также то, что $h=h_1-h_2 = 1,7$ м, тогда $\lambda=1,1$ (для светильников с защитной решеткой), следовательно, $L = \lambda h = 1,87$ м. Расстояние от стен помещения до крайних светильников - $L/3=0,623$ м. Исходя из размеров рабочего кабинета ($A = 10$ м и $B = 5$ м), размеров светильников типа ШОД ($A=0,4$ м, $B=0,4$ м) и расстояния

между ними, определяем, что число светильников в ряду должно быть 7, и число рядов - 3, т.е. всего светильников должно быть 4.

Найдем индекс помещения по формуле

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + \hat{A})} = \frac{45}{1,7 \cdot (10 + 5)} = \frac{45}{25,5} = 1,8,$$

где S – площадь помещения, м²;

h – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

A, B – длина и ширина помещения.

Тогда для светильников типа ШОД $\eta = 0,35$.

Величина светового потока лампы определяется по следующей формуле:

$$\hat{\Phi} = \frac{\hat{A} \cdot k \cdot S \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 50 \cdot 0,9}{21 \cdot 0,35} = \frac{20250}{7,35} = 2775,1 \text{ лм},$$

Где $\hat{\Phi}$ - световой поток каждой из ламп, Лм;

E - минимальная освещенность, Лк;

k – коэффициент запаса;

S – площадь помещения, м²;

n – число ламп в помещении;

$\hat{\eta}$ – коэффициент использования светового потока (в долях единицы) выбирается из таблиц в зависимости от типа светильника, размеров помещения, коэффициентов отражения стен и потолка помещения.;

Z – коэффициент неравномерности освещения (для светильников с люминесцентными лампами $Z=0,9$) [21].

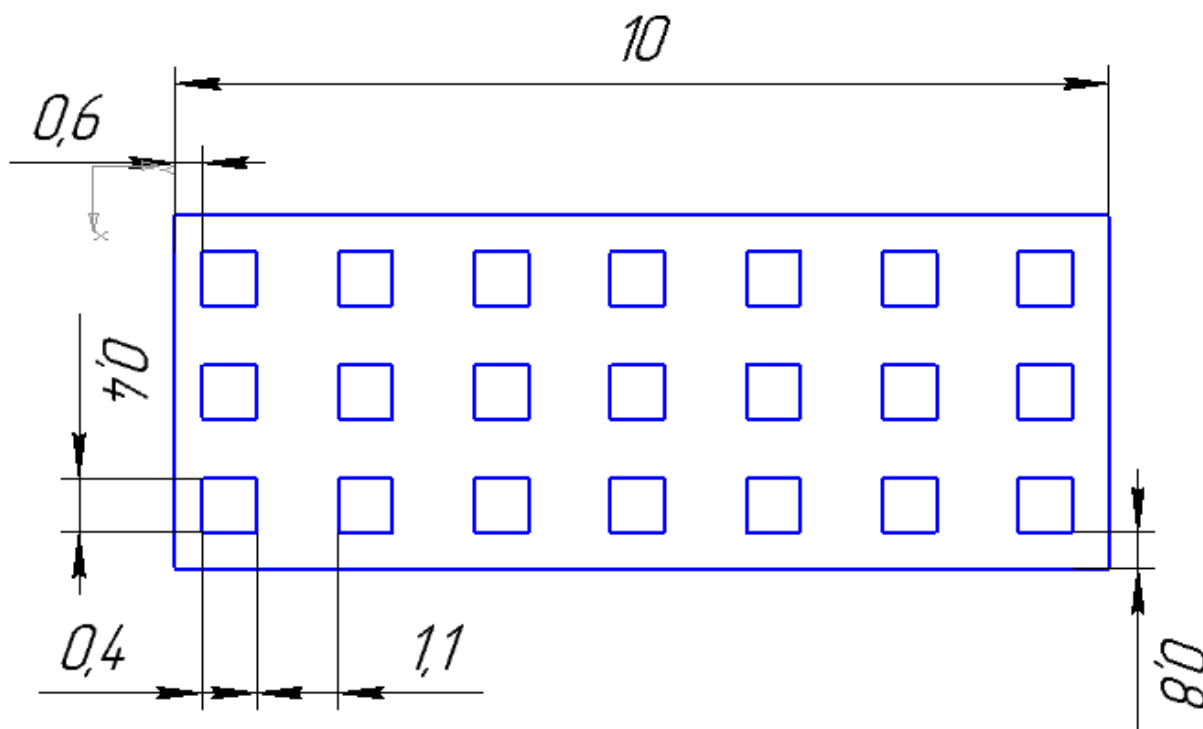


Рисунок 6.1 – Расположение ламп в кабинете

Определим тип лампы. Это должна быть лампа ЛД мощностью 18 Вт.

Таким образом, система общего освещения рабочего кабинет должна состоять из двух 21-го лампового светильника типа ШОД с люминесцентными лампами ЛД мощностью 18 Вт, построенных в 3 ряда.

В настоящее время в кабинете источником искусственного света являются 21 ШОД светильник с четырьмя лампами мощностью по 18 Вт, вмонтированных в потолок.

Приходим к выводу, что освещение в помещении является достаточным и соответствует требованиям безопасности. Освещение удовлетворяет вышепредставленным расчетам.

В данном помещении цветовое оформление стен, потолка, пола, мебели является гармоничным. Данные цвета создают комфортное условие работы.

Технологические перерывы, проветривание помещения

В кабинете находится одно рабочее место сотрудника данного помещения. Он трудится в своем кабинете на своем рабочем месте с 08:00 до

17:00, обеденный перерыв с 13:00 до 14:00. На рабочем месте находится 2 компьютера с мониторами ACER диагональю 17 дюймов, соответствующий TCO'99 и принтер HP LaserJet 1010. Вентиляция в кабинете естественная. В кабинете ежедневно проводят влажную уборку.

Параметры трудовой деятельности сотрудника данной аудитории:

- вид трудовой деятельности группа А и Б – работа по считыванию и вводу информации с экрана монитора;
- категории тяжести и напряженности работы с ПЭВМ – II группа (суммарное число считываемых или вводимых знаков за рабочую смену не более 40 000 знаков);
- размеры объекта → 0.15 – 0.3 мм;
- разряд зрительной работы – II;
- подразряд зрительной работы – Г;
- контакт объекта с фоном → большой;
- характеристики фона – светлый;
- уровень шума – не более 48 дБ.

6.4 Особенности законодательного регулирования проектных решений

Государственный и ведомственный надзор по охране труда осуществляет ЦЕНТР ГОССАНЭПИДНАДЗОРА по г.Юрга Кемеровской области в лице директора Шадский С.В.

Охрана окружающей среды на территории Кемеровской области представлена следующей нормативной базой:

- Федеральный Закон N 7-ФЗ От 10 Января 2002 Года "Об Охране Окружающей Среды" (в ред. Федеральных законов от 22.08.2004 N 122-ФЗ);
- Постановление Коллегии Администрации Кемеровской области "Об утверждении Положения о региональном государственном надзоре в области охраны атмосферного воздуха в Кемеровской области";
- Приказ департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области № 2 от 16.01.2009 "Об утверждении формы разрешения

на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух";

– Министерство природных ресурсов РФ, Приказ от 26.07.10г. №282 "Об утверждении административного регламента федеральной службы по надзору в сфере природопользования по исполнению государственной функции по осуществлению федерального государственного контроля в области охраны окружающей среды (Федерального государственного экологического контроля)";

– Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Приказ от 31.10.08г. №300 "Об утверждении административного регламента федеральной службы по надзору в сфере природопользования государственной функции по контролю и надзору за соблюдением в пределах своей компетенции требований законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха (в ред. Приказа Минприроды РФ от 03.09.2009 N 280)";

– Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Приказ от 04.05.12г. №213 "Об утверждении Методических рекомендаций по привлечению к административной ответственности лиц, совершивших административное правонарушение, ответственность за которое предусмотрена статьей 8.41 Кодекса РФ об административных правонарушениях";

– Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, Приказ от 08.09.10г. №364 "Об утверждении списка конкретных объектов хозяйственной и иной деятельности по территории Кемеровской области, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и подлежащих федеральному государственному экологическому контролю".

Государственное управление в условиях ЧС осуществляется Единой государственной системой, предупреждающей ликвидации ЧС:

– Единая дежурная диспетчерская служба в городе Кемерово;

– Единая Дежурно-Диспетчерская служба (ЕДДС) "01" – Юрга (Воробьев А.).

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. ГОСТ Р 22.0.02-94 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

Пожары

Пожары представляют особую опасность, так как сопряжены не только с большими материальными потерями, но и с причинением значительного вреда здоровью человека и даже смерти. Как известно пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окислителя и источников зажигания.

Пожаром называется неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Огнетушительные вещества: вода, песок, пена, порошок, газообразные вещества, не поддерживающие горение (хладон), инертные газы, пар.

Общие требования к пожарной безопасности нормируются ГОСТ 12.1.004–91В соответствии с общероссийскими нормами технологического проектирования все производственные здания и помещения по взрывопожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г и Д.

Рассматриваемый кабинет по взрывопожароопасности подходит под категорию В.

Рабочее место для предотвращения распространения пожара оборудовано противопожарной сигнализацией и огнетушителем (ОУ – 3), что соответствует нормам. Кроме того, сотрудник, занимающий данный кабинет,

теоретически и практически подготовлен на случай возникновения ЧС (зафиксировано подписью работника в журнале регистрации по пожарной безопасности 05.10.2010).

Землетрясения

Согласно единой схеме распределения землетрясений на земном шаре, Западная Сибирь входит в число сейсмически спокойных материковых областей, т.е. где почти никогда не бывает землетрясений с магнитудой разрушительной величины свыше 5 баллов.

Ближайшими к Кузбассу сейсмоопасными территориями являются республика Алтай и Прибайкалье.

Согласно шкале интенсивности выделяют следующую классификацию зданий по кладкам А, В, С и Д.

Кладка А – хорошее качество, связующие элементы из стали и бетона, противостоит горизонтальной нагрузке;

Кладка В – хорошее качество, но не предусматривает стойкости всех элементов против боковой нагрузки;

Кладка С – обычное качество, устойчивость к горизонтальной нагрузке не предусмотрено;

Кладка Д – непрочный строительный материал, разрушается с 9 баллов.

Здания, относящиеся к кладкам А и В разрушаются с 10 баллов, С и Д с 9 баллов.

Здание завода относится к кладке А – хорошее качество, связующие элементы из стали и бетона, противостоит горизонтальной нагрузке.

Таким образом, можно сделать вывод, что землетрясения не угрожают.

Для данного примера выявлены следующие вредные факторы:

- недостаток освещенности. Следует изменить существующую систему искусственного освещения в соответствии с произведенными расчетами;

- параметры микроклимата не соответствуют оптимальным нормам.

Поэтому необходимо довести параметры микроклимата до необходимых с

помощью вышеописанных способов и приемов;

- небольшое несоответствие рабочего места нормам СанПин 2.2.2/2.4.1340-03. Рабочее место следует изменить в соответствии с этими требованиями;

- для повышения работоспособности сотрудника нужно чередовать период труда и отдыха, согласно виду и категории трудовой деятельности.

Все эти меры будут способствовать эффективной работе пользователя с системой, сохранять его здоровье и жизнь в безопасности и беречь бюджетное имущество от повреждения или уничтожения.

Заключение: в разделе «Социальная ответственность» был проведен анализ вредных факторов на предприятии, определены параметры микроклимата рассматриваемого кабинета, рассмотрены вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях. Были определены параметры трудовой деятельности. В кабинете наблюдается неправильное расположение рабочих мест, с целью уменьшения воздействия электро-магнитных полей и излучений рекомендуется расположить рабочие места в соответствии с требованиями безопасности. По проведенным расчетам было выявлено, что система общего освещения рабочего кабинет должна состоять из двух 21-го лампового светильника типа ШОД с люминесцентными лампами ЛД мощностью 18 Вт, построенных в 3 ряда.

В настоящее время в кабинете источником искусственного света являются 21 ШОД светильник с четырьмя лампами мощностью по 18 Вт, вмонтированных в потолок.

Приходим к выводу, что освещение в помещении является достаточным и соответствует требованиям безопасности. Освещение удовлетворяет выше представленным расчетам.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был проведен анализ литературы. В процессе анализа источников литературы было определено действие наноструктурированных порошков на сварные соединения. Были рассмотрены существующие программные продукты, которые используются для выполнения различных конструкторских задач в сварочном производстве.

В работе определены объект и методы исследования, выявлена необходимость в разрабатываемой информационной системе для кафедры сварочного производства ЮТИ ТПУ. Представлен алгоритм работы информационной системы и разработана модель процесса помощи принятия решений при выборе рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора. Проведен поиск инновационных вариантов, рассмотрены программы-аналоги, изучены их характеристики, функционал и возможности.

Проведен инженерный расчет, выбрана среда разработки и разработана информационная система.

Главная задача информационной системы выбора рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора – расчет по заданным параметрам безразмерной функции для определения необходимой и достаточной концентрации наноструктурированного порошка-модификатора.

Кроме того, в информационной системе при необходимости возможно получить графики безразмерной функции и графики изменений экспериментальных значений объема капли электродного металла, длины и ширины дендрита. Также возможно узнать количество проведенных опытов и параметры, при которых они проводились.

В процессе расчета экономической эффективности определены затраты на разработку информационной системы, общие эксплуатационные затраты,

экономический эффект, срок окупаемости и т.д. Результаты расчетов доказывают целесообразность и эффективность разработки данного программного продукта.

В разделе «Социальная ответственность» был проведен анализ вредных факторов на предприятии, определены параметры микроклимата рассматриваемого кабинета, рассмотрены вопросы защиты в чрезвычайных ситуациях. Были определены параметры трудовой деятельности.

С целью научных исследований в области модифицирования коррозионно-стойких сталей благодаря разработанной информационной системы выбора рационального количества наноструктурированного порошка-модификатора, возможно проведение и оценка экспериментов. Информационная система позволяет сэкономить время в виду отсутствия ручного подсчета экспериментальных данных и повысить точность расчетов с одновременным снижением риска возникновения статистической ошибки, т.к. минимизируется человеческий фактор.

Список публикаций студента:

1. Карцев Дмитрий Сергеевич. Системы автоматизированного проектирования в сварочном производстве [Электронный ресурс] / Д. С. Карцев; науч. рук. Т. Ю. Чернышёва // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19-20 ноября 2015 г., г. Юрга / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Юргинский технологический институт (ЮТИ); под ред. Д. А. Чинахова. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — [С. 229-231].
2. Карцев Д. С. Применение САПР ТП в сварочном производстве на примере программного комплекса "ВЕРТИКАЛЬ" / Д. С. Карцев; науч. рук. Т. Ю. Чернышёва // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 24-25 ноября 2016 г., г. Юрга. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 151-153].
3. Чернышева Т.Ю., Карцев Д. С. СППР выбора рационального количества наноструктурированных порошков для сварки сталей // Сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в машиностроении», 18-20 мая 2017 г., г. Юрга. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. — [С. 137-140].
4. Kartsev D. S., Zernin E.A. Use of Refractory Nanoparticles as a Component of Welding Materials in Welding and Surfacing With Coated Electrodes and Flux Cored Wires // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2016 - Vol. 142 - №. 1, Articlenumber 012008. - p. 1-8.

Список использованных источников:

1. Нечаев В.А, Юнгер С.В. Влияние состава стали 1X18H9T и ее сварных соединений на стойкость против межкристаллитной коррозии после нагрева при 500С° // Автоматическая сварка. 1963. №7. С.34-40
2. Каховский Н.И., Ющенко К.А, Юшкевич З.В. Электродуговая сварка коррозионностойкой ферритно-аустенитной стали 0X21H6M2T // Автоматическая сварка. 1962. №11. С.16-24
3. Каховский. Н.И. Ющенко В.Г. Фартушный З.В, Юшкевич А.В. Сварка коррозионностойкой аустенитной хромоникельмарганцеазотистой стали 0X17H5Г9АБ(ЭП55) // Автоматическая сварка. 1963. №7. С.5-9
4. Коперсак Н. И. Влияние легирующих элементов на 475-ную хрупкость аустенитно – ферритного наплавленного металла //Автоматическая сварка. 1963. №7. С.15-20
5. Каховский Н.И., Ющенко К.А., Юшкевич З.В., Бабаков А.А., Карева Е.Н., Шаронова Т.Н. Электродуговая сварка коррозионностойких ферритно-аустенитных сталей типа 21-3 и 21-5 // Автоматическая сварка. 1963. №12. С.49-57
6. Каховский Н.И., Ющенко К.А. Влияние сварочного нагрева на микроструктуру и свойства сталей типа 21-3 и 21-5 // Автоматическая сварка. 1963. №7. С.15-25
7. Александров А.Г., Савонов Ю.Н. Коррозионная стойкость сварных швов аустенитно-ферритных сталей в щелочных средах // Сварочное производство. 1990. №8. С.15-16.
8. Грищенко И.Н. Исследование рациональной структуры и конфигурации информационных систем для технической подготовки производства / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/fimm/grishenko/diss/index.htm>
9. VirtualArc / [Электронный ресурс]. Режим доступа:<http://www.abb.ru/>

10. Биленко Г.И. Применение SYSWELD для исследования сварочных деформаций / САПР и Графика 2011. С. 28-32. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.sapr.ru/article.aspx?id=21948&iid=1003>
11. Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=8&prpid=420>
12. Основные принципы SolidWorks/ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://help.solidworks.com/2013/russian/SolidWorks/sldworks/>
13. Грачёв В.А. Применение САПР в сварочном производстве / Сборник трудов и материалов IV Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы для студентов и учащейся молодежи «Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении» 23 - 25 мая 2013г.- С.66-67.
14. Карцев Д. С. Системы автоматизированного проектирования в сварочном производстве // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Юрга, 19-20 Ноября 2015. - Томск: ТПУ, 2015 - С. 229-231/
15. Система автоматизированного проектирования технологических процессов ВЕРТИКАЛЬ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://machinery.ascon.ru/software/tasks/items/?prcid=8&prpid=420>
16. Шандров, Б.В. Автоматизация производства (металлообработка): Учебник для нач. проф. образования / Б.В. Шандров. – М.: ИРПО: Издательский центр «Академия», 2002. – 256 с.
17. Капустин Н.М., Кузнецов П.М., Схиртладзе А.Г., Дьяконова Н.П., Уколов М.С. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: учеб. для втузов / Под ред. Н. М. Капустина. - М.: Высшая школа, 2004. - 415 с.

18. Этапы жизненного цикла базы данных // Студопедия [Электронный ресурс] // URL: http://studopedia.ru/6_52021_etapi-zhiznennogotsikla-bazi-dannih.html.

19. М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева 1С:Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы/

20. Руководство к выполнению раздела ВКР «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» для студентов специальности 080801 «Прикладная информатика (в экономике)» / Сост. Д.Н. Нестерук, А.А.Захарова. – Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиал) Томского политехнического университета, 2014. – 56 с/

21. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Расчет по обеспечению комфорта и безопасности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2007 г. – 115 с.

Приложение А

Раздел 1

Обзор литературы

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
17ВМ51	Карцев Дмитрий Сергеевич		

Консультант кафедры (ИС):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Чернышева Т.Ю.	к.т.н., доцент		

Консультант – лингвист кафедры (ГОИЯ):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Морозова М.В.	к.пед.н., доцент		

1 Literature Review

Technological, mechanical and operational properties of surface layers of metals can be directly affected by a grain size. Certain modification in its turn can have a significant effect on a grain size. More significant effect is achieved when nano dispersed particles with a higher melting point are introduced into the melt rather than into steel. This problem is of burning importance nowadays.

The research works of VA. Nechaev, S.V. Junger [1] present investigation results on the problem of 500 ° C prolonged heating that affects propensity of inter crystalline corrosion of 1X18H9T steel with different ratios of carbon and titanium, and welded seams, produced with fluxed wires Sv-07X18H9TЮ ex. (EI793), Sv-08X20N9G7T formerly, (EI613), EI649 (05X19H9ΦСБ), ЭИ902 (X19H10M3Б), Sv-04X19H11M3, and Sv-04X19H9. Stabilizing annealing at 875 ° C significantly improves the resistance to intergranular corrosion of welded joints of 1X18H9T steel.

It was found that the resistance to intergranular corrosion of 1Kh18N9T steel after prolonged heating at 500 ° C can practically be only preserved by stabilizing annealing at 875 ° C, 2 h.

With prolonged heating to 500 ° C (3500 hrs.), the resistance against intergranular corrosion of 1X18H9T steel welds, performed by automatic machines, is maintained using Sv-07X19H9TЮ, ЭИ902 (X19H10M3Б) and Sv-08X20H9Г7T welding wires. In this case, welded joints must necessarily be subjected to stabilizing burn at 875 ° C, 2-3 hours.

N.I. Kakhovsky, K.A. Yushchenko and Z.V. Yushkevich [2] investigated the weldability of 0X21H6M2T corrosion-resistant steel with further replacement of X17H13M2T (formerly X18H12M2T). Mechanical properties and corrosion resistance in some welded joints of this steel are given and recommendations for its welding are presented.

Connections made of 0X21H6M2T steel, made according to the recommended welding technology, have completely satisfactory mechanical

properties, stand against intercrystalline corrosion, determined by the standard AM technique, and are satisfactorily stable in a number of environments of high aggressiveness (formic, acetic acid and others).

For automatic submerged arc welding of 0X21N6M2T steel, it is possible to use an electrode wire having a composition identical to the base metal in combination with an ANF-6 flux, as well as St.-04H19N11MZ, S-06KH19N10MZT, 0X20H11MZTB wire in combination with ANF- 6, AN-26 and the like. If the product is intended for operation under conditions of medium aggressiveness (acetic acid, etc.), the Sv-04Kh19N9F2S2 wire can be used provided that single-pass welding with deep penetration ensures the maximum transition of molybdenum into the seam from the base metal.

The influence of short-time welding and provoking heating at a temperature of 650 ° C on the corrosion resistance of 0X17H5Г9АВ steel and its compounds was investigated in [3]. Recommended filler materials for arc welding of the investigated steel are listed. Mechanical and anticorrosive properties of the compounds are given.

It was revealed that manual welding of 0X17H5Г9АВ steel electrodes with coating ИЖ-11 can be realized with the use of a wire with the same composition as welded steel itself.

As a filler metal with argon-arc welding, under a flux and in carbon dioxide, 0X17H5G9AB wire with 1,2-1,5% Nb can be used. For welding under a flux, the wires Sv-08X19N10B or 08H19N9FBS (EI649) can also be used, as well as for welding in carbon dioxide-08X20N9S2BTU or 08H19N9FBS. When welding wire 08X19H9ФБС, both under the flux and carbon dioxide gas, toughness of the weld metal is lower than when using other recommended wires. Flux for automatic and semiautomatic welding is the same as for welding steel 18-8.

In all cases, preparation of edges for welding and welding regimes of steel 0X17N5G9AB are the same as for steel 18-8.

Steel compounds of steel 0X17N5G9AB welded according to the recommended technology, in comparison with the compounds of steel X18H10T

(formerly 1X18H9T) have higher yield strength, almost the same strength limit and plasticity, but lower impact strength. For corrosion resistance in boiling 65% nitric acid, welded joints made of 0X17H5Г9АБ steel, surpass joints from steel X18H10T.

Negative influence of vanadium and silicon at a content of more than 1.0% of each on the overall corrosion resistance of welded joints in nitric acid was detected.

N.I. Kopersak [4] describes the effect of molybdenum, tungsten, vanadium, silicon and manganese on embrittlement subjected to prolonged 475 ° heating of austenitic-ferritic weld metal type 18-8 at large and small contents, α -phase.

The main means of limiting the 475 ° brittleness in the austenitic-ferrite chromium-nickel metal is the limiting decrease in the content of the α phase in it.

Additional alloying of austenitic-ferritic weld metal with molybdenum, vanadium, tungsten, silicon and manganese does not eliminate the development of embrittlement after prolonged heating at 475 ° C. All these elements to a greater or lesser extent accelerate the processes of embrittlement and reduce the toughness achieved with maximum embrittlement.

In the region of small contents of the α phase, additional alloying has little effect on the toughness of the weld metal in the state of 475 ° brittleness.

In this paper [5], the weldability of corrosion-resistant steels of grades 1X21N5T, 0X21N5T, 0X21N5B and 0X21NЗT intended for replacement of X18N9, 0X18N10T, X18N10T, 0X18N9T steels were investigated. Recommendations for welding these steels have been developed. Mechanical properties and corrosion resistance in nitric acid of weld metal and welded joints are given.

Compounds of chromium-nickel ferritic-austenitic steels type 21-3 and 21-5, hand-welded by electrodes ИЖ-11 (wire Sv-08X19H10B) or electrodes from wire 0X21H5T with coating ИЖ-11, possess satisfactory mechanical properties and corrosion resistance. Similar alloying with chromium, austenite forming and stabilizing elements of the weld metal, performed by mechanized methods of arc

welding, provides the necessary properties of welded compounds of ferritic-austenitic steels.

For welded joints, the permissible concentrations and temperatures of nitric acid are determined. It is necessary to investigate the corrosion resistance of welded joints of ferritic-austenitic steels in other corrosive environments.

N.I. Kakhovsky, K.A. Yushchenko [6] examined the microstructure, impact strength and corrosion resistance of metals from the weld zone of welded joints from chromium-nickel ferritic-austenitic steels of type 21-3 and 21-5. Structural corrosion of the metal in the adjacent section of the weld is detected under the action of concentrated nitric acid. The nature of this corrosion in the investigated welded joints is explained.

As a result of structural changes in the welding of ferritic-austenite steels stabilized by titanium, structural corrosion of the metal in strong corrosive environments can occur in the area adjacent to the seam. In this case, intense corrosion occurs in the fusion with the weld and in welded joints made of steel Kh18N10T.

In this paper, allowable concentrations and temperatures are determined only for nitric acid. To study the corrosion resistance of welded joints from ferritic-austenitic steels in other media, additional studies are needed.

A positive effect of niobium in ferritic-austenitic steel on the resistance to structural corrosion of the weld zone was found. This opens up wider prospects for the use of steel for the manufacture of apparatus operating in nitric acid of higher concentration.

Other authors [7] studied corrosion resistance of welded joints of austenitic-ferritic chromium-nickel steels in alkaline media. Samples were made of welded joints of 12Kh18N10T steel, as well as from multilayer surfacing. Welding and surfacing were performed with electrodes of the E-10X18H10G2B type and with experimental electrodes with additions of chromium, nickel and manganese to the coating. Corrosion resistance of the metal was evaluated by the mass-measurement method based on the results of the tests of the batch in a 30-55% solution of NaOH

for 144 hours at the boiling point. In order to study the mechanism of corrosion damage of structural constituents of weld metal, stepwise metallographic studies of the samples were carried out after aging in the chelate solution, which was growing in time.

Tests of the samples showed that the weld metal with an austenitic structure has a higher corrosion resistance than austenitic-ferritic weld metal. An increase in the corrosion resistance of weld metal is achieved when an austenite structure is obtained either by doping with nickel or manganese, or as a result of heat treatment - austenitization at 1050 ° C. The difference in the corrosion rate of a purely austenitic weld metal doped with nickel or manganese is related to that. That manganese in alkaline media is in the active state. Thus, the corrosion resistance of chromium-nickel welds in alkaline media depends on the ratio of austenitic and ferrite phases in the structure. Corrosion processes are initiated in the ferrite phase, as containing less (compared to austenitic) amount of nickel [7].

Increasing the productivity standards of new product developers, reducing the time spent on designing, improving the quality of projects being developed are the most important problems, the solution of which determines the level of acceleration of the scientific and technological progress of the society. The development of computer-aided design (CAD) systems is based on a strong scientific and technical basis. These are modern means of computer technology, the newest ways of presenting and processing information, creating new numerical methods for solving engineering problems. Computer-aided design systems make it possible, on the basis of the latest achievements of fundamental sciences, to develop and improve the design methodology, to stimulate the development of the mathematical theory of the design of complex objects and systems [8].

"Compass" is a line of computer-aided design systems with the ability to design and design documentation in accordance with the ESKD and SPDS standards.

The computer-aided design system "Compass-3D" is intended for creating three-dimensional models of parts of various complexity (including parts made of

sheet material manufactured by its bending) and assembly units that contain both original and standardized structural elements. In the models created, it is possible to add and mark welds. Compass-3D is used in welding production to simulate welded structures and assembly units. Using parametric technology allows you to quickly obtain models of typical products based on a prototype designed earlier. Thanks to numerous service functions, the process of solving auxiliary tasks of designing and maintaining production is facilitated.

The system "Compass-3D" includes the following components: the system of three-dimensional solid modeling, the universal system of computer-aided design "Compass-Graphic" and the module for creating specifications. A key feature of Compass-3D is the use of its own mathematical core and parametric technologies.

VirtualArc® is a unique software product that simulates the arc welding process with a consumable metal electrode (wire) in an active or inert gas environment. Has a user-friendly graphical interface. Designed to predict and configure welding parameters in offline mode. VirtualArc is a tool that combines ArcPhysics, a 2D tool for simulating a wire-arc-billet welding system, experimental measurements, practical experience and a neural network used to create a welding arc model, as well as a weld profile.

The resulting estimates for simulating the arc welding process and heat transfer and the mass of the workpiece are used as inputs to the neural network, which gives a forecast of the quality and profile of the weld, and also about possible defects in the weld.

The VirtualArc technology is patented by the Swedish-Swiss company ABB, and there are no other products with such powerful functions at the moment.

VirtualArc in welding production can be used for:

- Planning the production process;
- Minimizing the start-up time;
- Settings of MIG / MAG welding parameters in offline mode;

- Forecasting the shape and depth of weld penetration in offline mode;
- Forecasting the geometric parameters of the weld in offline mode;
- Forecasting of geometric defects in weld quality in offline mode;
- Financial studies of the cost of the proposed weld in Euro / meter;
- Documenting the welding process;
- Optimizing the productivity of the welding process and its quality used in the technological process [9].

SYSWELD is a program for engineering calculations of welding and heat treatment processes developed by the French company ESI Group. SYSWELD can model the heat treatment of metals and welding processes; Internal stresses, deformation, hardness and strength of materials subjected to specified technological treatments.

SYSWELD is a powerful software package containing several modules:

- WeldingWizard - simulates all physical processes occurring during welding;
- Heattreatment module - simulates all physical processes occurring during heat treatment;
- The SysweldAssembly module is an assembly module used to simulate the process of assembling and welding large welded structures. It operates with values transferred from previous modules (stress and strain fields) to create a single VAT for the entire structure.

The SYSWELD software package is designed for multidisciplinary calculations of welding and heat treatment processes. The program implements the mechanism of numerical solution, which, due to feedback, step by step performs the tasks assigned to it: calculation of thermal fields, microstructure of the seam and structural stresses. A characteristic feature of this program is that it contains an algorithm for accounting for deformations caused by metallurgical transformations, which have a great influence on the residual stresses after welding. The program

works with thermokinetic diagrams, which describe the process of phase transformations [10].

The "Model" program - one of the first programs of its kind in the world - simulates the process of argon-arc welding in pulsed and stationary mode. Modern power sources for arc welding, as a rule, allow to conduct welding in a pulsed mode. At the same time, it is impossible to estimate the heat input from a pulsed heating source and the flow of the process by traditional means. For this, it is necessary to model the process using specialized programs, such as the "Model" program.

Features:

- Dynamic visualization of calculation results.
- Emulation of switching power supplies: rectangular and sinusoidal pulses of current and voltage.
- Solution of the inverse problem: the choice of the optimal modes of energy impact according to the given geometric characteristics.

The software complex "Meza" differs with more opportunities for modeling, as well as obtaining and processing the results of numerical experiments. At the moment, this software product is the main tool for training specialists in the field of CAD in welding and related disciplines.

Features:

- Simulation of various external effects on the sample (arc, gas flame, electron beam sources).
- Simulation of the sample heating process in various media (vacuum, air, shielding gas).
- Work with samples consisting of different materials or having a heterogeneous composition and complex spatial geometry (with foreign inclusions, discontinuities, holes, cracks, etc.).
- Multi-window interface, wide possibilities of visualization and registration of calculation results.

VERTICAL is a system of automated design of technological processes that allows solving most tasks on automation of CCI processes.

The system of automated design of the VERTICAL TP allows:

- calculate the material and labor costs of production;
- Carry out designing of technological processes in several automated modes;
- Carry out the calculation of the welding regime, cutting and other various technological parameters;
- Carry out the automatic generation of all necessary sets of technological documentation in accordance with GOST RF and standards applied at enterprises (additional adjustment is required);
- Carry out a parallel design of end-to-end and complex technological processes by a group of technologists, in real time;
- perform data verification in the technological process (on the relevance of reference information, as well as norm control);
- Conduct the formation of orders for the design of special tools for tooling and the creation of control programs;
- maintain the relevance of technological information through the change management process;
- support the process of building a single information space in the organization to manage the life cycle of engineering facilities from the time of development to disposal of the disposal.

This system can be quickly mastered by the user with any level of "computer" education. VERTICAL makes it possible to make the work of a technologist faster and more convenient; The quality and speed of the development of the technological solution is increasing [11].

SolidWorks is software created by the American company of the same name to automate the work of industrial enterprises at the stages of technological and

design preparation of production. This easy-to-learn tool enables design engineers to quickly reproduce their ideas in a sketch, experiment with elements and their sizes, and create models and detailed drawings [12].

Three-dimensional solid-state and surface parametric modeling are the principles implemented in this program. They allow designers to create voluminous details and assemble assemblies in the form of three-dimensional electronic models, which in future work are used to organize 2D drawings and product specifications in accordance with the requirements of a single system of design documentation.

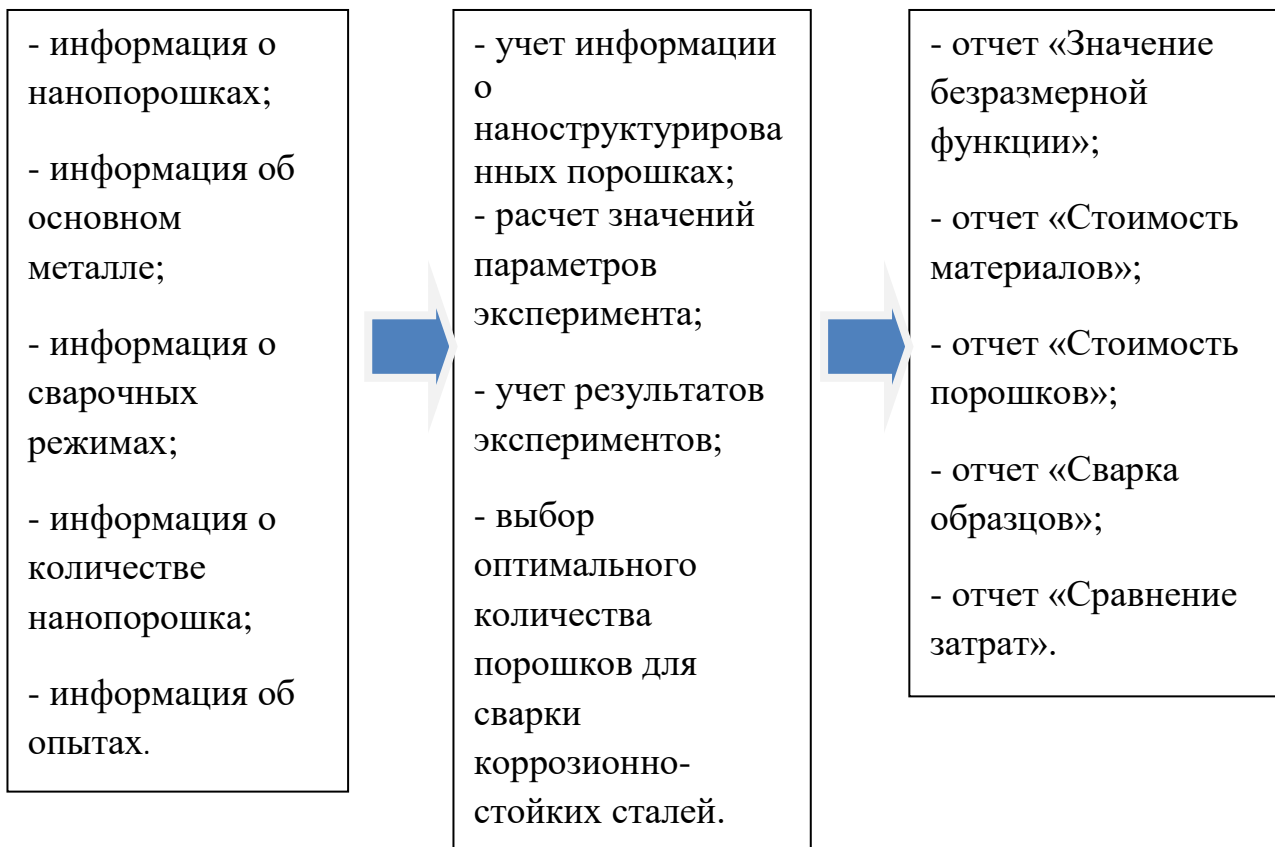
In SolidWorks, welded seams can be implemented in an assembly document. In new versions of SolidWorks, it became possible to design weld seams in the context of a multifaceted detail. Each seam is formed as a separate solid, tied to the surrounding geometry [13].

The use of such computer-aided design systems as VirtualArc, SYSWELD, VERTICAL, SolidWorks in welding production allows to significantly improve the quality and speed of technological design, quality and technical and economic level of design results, reduce the complexity of the design process and the costs of full-scale modeling and testing.

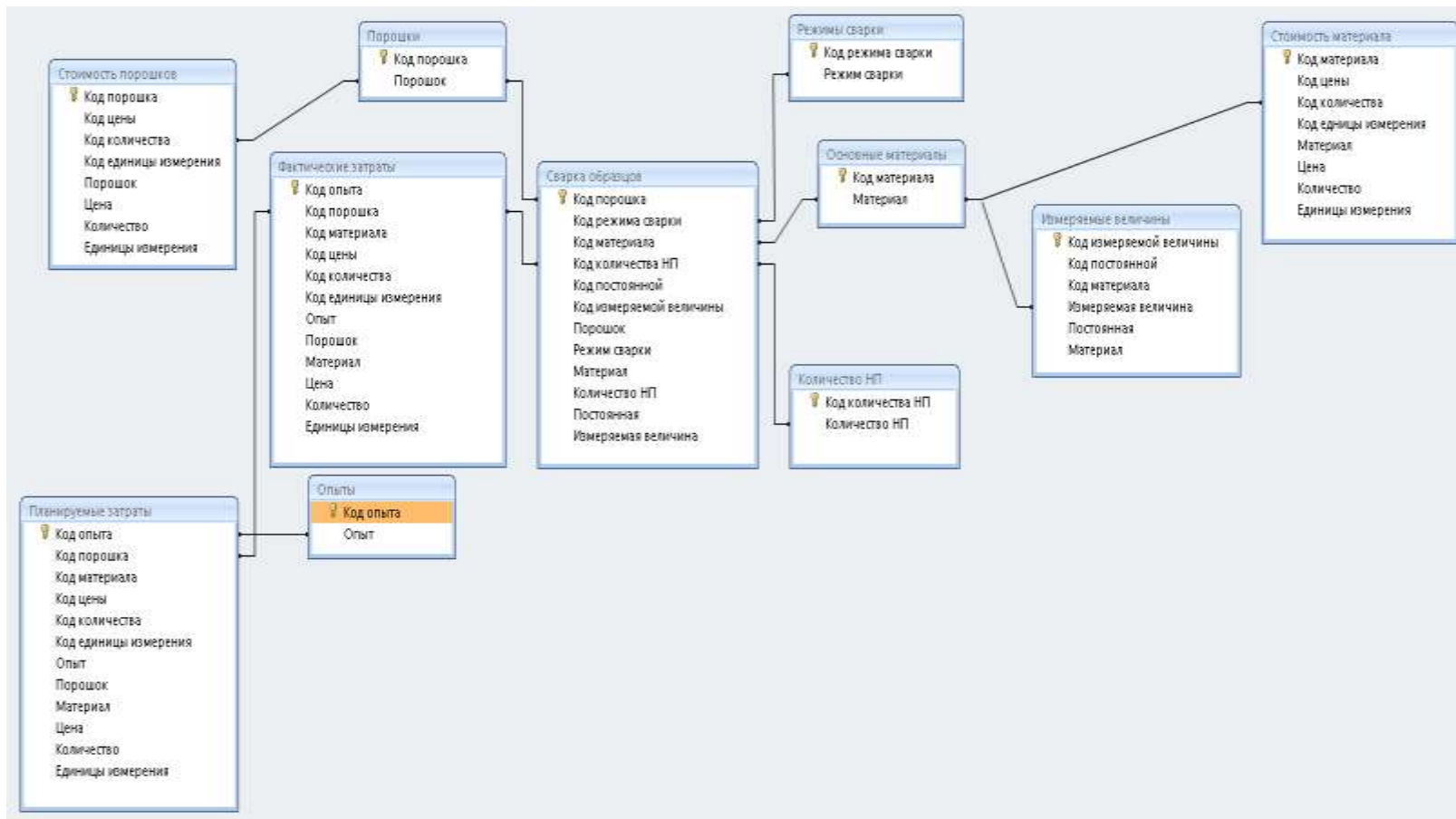
At present, the prospects for the development of CAD are represented by the general state of industry. And the industry, in turn, depends on the level of CAD used in production. CAD have reached a high level in their functionality and some innovations of other developers are not of fundamental importance for a mass transition to their CAD. In our time, the development of CAD is influenced by certain trends: intellectual capabilities; Implementation of SaaS, that is, implement CAD as a web service; Mobile devices that allow to have access to this service at any time and in any place [13].

Демонстрационный лист

«Входная, выходная информация, функции информационной системы»



Демонстрационный лист 2 «Инфологическая модель»



Демонстрационный лист 3

«Структура интерфейса ИС»

