

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

---

Школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 54.04.01 «Дизайн»  
Отделение автоматизации и робототехники

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы

Особенности формообразования модульной конструкции лабораторно-выставочного  
образца установки по переработке полимеров

УДК 004.92.84:542.21-024.24:678.09

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		
Руководитель ООП	Захарова А.А.	д.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ШИП	Шаповалова Н.В.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ШБИП ООТД	Мезенцева И.Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов С.В.	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе направления «Дизайн» (магистр)**

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	Применять <i>глубокие</i> общенаучные, экономические и профессиональные <i>знания</i> для создания оригинальных дизайн-проектов (объектов).	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1; ПК-3; УК-1) <sup>1</sup>
Р2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современных технологий и методов создания дизайн – объектов для решения <i>профессиональных творческих задач</i>	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1; ОПК-7; ПК-3,5,6,7; УК-1,2,4)
Р3	Ставить и решать <i>инновационные задачи</i> , связанные с <i>конструированием, макетированием и моделированием</i> композиционных решений дизайн - объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1,3; ОПК-7,8; ПК-3,4,6; УК-1,2,6)
Р4	Разрабатывать <i>проектную идею</i> , основанную на концептуальном и творческом подходе к решению дизайнерских задач, ориентированную на создание инновационной продукции, востребованной на <i>мировом</i> рынке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-1,2; ОПК-7,8; ПК-5,6,7; УК-3,4,5)
Р5	Проводить <i>исследования</i> в области промышленного дизайна, вести педагогическую деятельность в общеобразовательных учреждениях, образовательных учреждениях среднего профессионального и дополнительного образования.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-2; ОПК-2,3,4,10; ПК-1,2; УК-1,3,4,6)
<i>Универсальные компетенции</i>		
Р6	Использовать <i>глубокие знания</i> по <i>проектному менеджменту</i> для ведения <i>инновационной</i> деятельности в области промышленного дизайна с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-2; ОПК-3,4; ПК-9,10,11; УК-2,3,4)

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р7	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать эскизную документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности в области промышленного дизайна.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-3; ОПК-1,4,9,10; ПК-1; УК-4,5,6)
Р8	Эффективно работать как индивидуально, так и в качестве <i>члена и руководителя команды</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-2,3; ОПК-2,4,5,9; ПК-5,8,9; УК-1,2,3,6)
Р9	Демонстрировать <i>глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов</i> инновационной деятельности в области промышленного дизайна	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, требования профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-2,3; ОПК-9; ПК-11; УК-2,4,5,6)
Р10	<i>Самостоятельно учиться</i> и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, профессиональных стандартов (40.059 «Промышленный дизайн и эргономика») (ОК-3; ОПК-1,2,6,10; УК-6)

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

---

Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки (специальность) 54.04.01 Дизайн  
Отделение школы (НОЦ) Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ 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
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна

Тема работы:

<b>ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНО-ВЫСТАВОЧНОГО ОБРАЗЦА УСТАНОВКИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<b>Объект дизайн-проектирования:</b> лабораторно-выставочный образец установки по переработке полимеров. <b>Цель научного исследования:</b> исследование особенностей формообразования технического объекта с дальнейшей разработкой плана по реализации дизайн-проекта. <b>Объект исследования:</b> особенности и подходы к формообразованию. Выявляются технические особенности и компоненты, которые должны быть реализованы в объекте, определяются критерии и проблемы. С учетом выявленных признаков, которыми должен обладать объект проектирования, дизайнер определяет
---------------------------------	---

	рациональную стратегию для проектирования дизайна объекта.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<p><b>Основные пункты аналитического обзора по литературным источникам:</b> анализ аналогов, анализ научной документации по техническому оборудованию, анализ рынка потребителя в России, обзор теоретико-методологического материала по подходам к проектированию в промышленном дизайне, обзор методов формообразования.</p> <p><b>Основная задача проектирования:</b> проектирование дизайна модульной установки по переработке полимеров.</p> <p><b>Основная задача исследования:</b> разработать план для проектирования объекта на основе проведенного анализа.</p> <p><b>Содержание процедуры проектирования:</b> определение критериев для проектирования; создание эскизных решений; создание 3D-модели; выполнение габаритных схем; создание анимации; художественно-визуальная подача проекта.</p> <p><b>Практические результаты выполненной работы:</b> дизайн модульной установки по переработке полимеров, создано информационное описание прибора.</p> <p><b>Теоретические результаты выполненной работы по основному разделу:</b> анализ методологий формообразования; анализ существующих подходов к проектированию; разработка критериев и ограничений для проектирования, определение этапов для проектирования технического объекта; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность.</p>
<b>Перечень графического материала</b>	Эскизные решения оболочки; компоновочно-габаритная схема; визуализация видовых точек объекта.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Дизайн-разработка объекта проектирования	Радченко В.Ю., ст. преподаватель ОАР
Приложение А Автореферат на иностранном языке	Диденко А. В., доцент ОИЯ, к.ф.н.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шаповалова Н. В. ,ст. преподаватель ШИП
Социальная ответственность	Мезенцева И. Л
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном</b>	

<b>языках:</b>
1. Обзор теоретико-методологического материала
2. Научно-исследовательская часть
3. Алгоритм процесса проектирования

**Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику**

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна		

## ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	ОАР
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

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

<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость расходных материалов</i>
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норматив по оплате труда</i>
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды</i>

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Оценка потенциала потребительского исследования, конкурентоспособность;</i>
<i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Цели и результаты, организационная структура, ограничения и допущения;</i>
<i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Планирование этапов работы, определение календарного графика и трудоемкости работы, расчет бюджета;</i>
<i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка эффективности исследования;</i>

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

*Оценка конкурентоспособности технических решений  
Диаграмма Ганта  
График проведения и бюджет НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ШИП	Шаповалова Наталья Владимировна			

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	ОАР
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	54.04.01 Дизайн

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Лабораторно-экспериментальный образец установки плазменной переработки полимеров. Предназначена для утилизации всевозможных видов пластика
--	---

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Производственная безопасность</b> 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:	Анализ выявленных вредных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Недостаточная освещенность рабочей зоны</li> <li>• Отклонение показателей микроклимата</li> <li>• Отклонение показателей производственного шума</li> <li>• Повышенный уровень электромагнитных излучений</li> <li>• Возможность утечки газа</li> </ul> Анализ выявленных опасных факторов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможность поражения электрическим током</li> </ul>
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)</li> </ul>
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Возможность возникновения пожара</li> </ul>
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Разработка рабочего места в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78</li> <li>• Требования к организации оборудования рабочих мест с ПЭВМ</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

### Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Мезенцева И.Л.			

### Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна		



## Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 138с., 21 рис., 19 табл., 80 источников, 13 приложений.

Ключевые слова: дизайн, проектирование, установка, полимеры, дизайн-проект.

Объектом дизайн-проектирования является лабораторно-выставочная установка по переработке полимеров.

Цель данного проекта - выявить особенности и критерии конструкции, влияющие на процесс дизайн – проектирования и на их основании исследовать варианты формообразования оболочки плазменной установки. В итоге разработать дизайн лабораторно-выставочного экспериментального комплекса.

Объектом исследования являются особенности формообразования дизайна технического устройства по переработке полимеров. В процессе исследования проводился анализ методов формообразования объекта, подходов к дизайн-проектированию и технологии самого объекта. Были выявлены необходимые требования и критерии для разработки модульной, эргономичной, технологичной установки, а также возможности развития технологии.

В результате исследования была разработана стратегия для дизайн-проекта установки по переработке полимеров, на основании которой в последствии проектировался объект. В итоге проектной части был создан дизайн установки, ее 3D модель и презентационный видеоролик.

## Оглавление

Введение.....	13
1. Анализ теоретико-методологического материала.....	16
1.1 Обзор теоретико-методологического материала.....	16
1.2 Алгоритм процесса проектирования.....	17
1.3 Исходные данные.....	19
1.3.1 Анализ рынка потребителя.....	19
1.3.2 Поиск и анализ технических и дизайнерских аналогов.....	21
1.3.3 Актуальность интеграции установки в повседневный быт.....	23
1.3.4 Процесс возникновения плазмы и разложения пластика.....	24
1.3.5 Технический обзор и принцип работы установки.....	25
1.3.6 Анализ эксплуатационной ситуации.....	27
1.4 Постановка задач на исследование.....	28
2. Научно-исследовательская часть.....	29
2.1 Методы формообразования.....	29
2.1.1 «Инженерные» методы формообразования.....	30
2.1.2 «Художественные» методы формообразования.....	31
2.1.3 «Научные» методы формообразования.....	33
2.1.4 Плюсы и минусы каждого из методов.....	34
2.2 Системное дизайн-проектирование.....	35
2.3 Симбиоз методов для определения собственной стратегии развития.....	38
2.4 Критерии и ограничения для разработки дизайн-проекта.....	40
2.5 Особенности конструкции, влияющие на процесс дизайн-проектирования.....	41
2.6 Выявление проблем на этапах разработки объекта.....	42
2.7 Постановка задач проектирования.....	43
3. Проектная часть.....	45
3.1 Разработка эскизных вариантов установки.....	45
3.1.1 Предварительная компоновка.....	45
3.1.2 Особенности формообразования.....	46
3.1.3 Разработка нескольких вариантов эскизов.....	49
3.1.4. Подробная разработка эскиза.....	52

3.2	Материалы и особенности изготовления элементов установки .....	55
3.3	Разработка отдельных частей конструкции .....	58
3.3.1.	Разработка рабочего места .....	58
3.3.2.	Антропометрический анализ ручек.....	61
3.3.3.	Разработка модуля под компрессор и модуля под ящики .....	63
3.3.4.	Разработка крепления модулей.....	64
3.3.5.	Разработка модуля под газовые баллоны .....	65
3.3.6.	Разработка реактора .....	66
3.3.7.	Разработка внутренней компоновки блоков .....	68
3.3.8.	Транспортировка объекта.....	68
3.4	Уточнение особенностей выбранного дизайн решения установки .....	69
4.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	71
4.1	Предпроектный анализ .....	71
4.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования .....	71
4.1.2	Анализ конкурентных технических решений .....	71
4.2	Инициация проекта .....	73
4.2.1	Цели и результат проекта .....	73
4.2.2	Организационная структура проекта .....	74
4.2.3	Ограничения и допущения проекта.....	75
4.3.	Планирование научно-исследовательских работ.....	76
4.3.1.	Продолжительность этапов работ .....	76
4.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	81
4.4.1	Расчеты затрат на материалы.....	81
4.4.2	Расчет заработной платы.....	81
4.4.3	Расчет затрат на социальный налог.....	82
4.4.4	Расчет затрат на электроэнергию .....	82
4.4.5	Накладные расходы.....	83
4.4.6	Расчет общей себестоимости разработки .....	83
4.4.7	Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта .....	84
4.5	Вывод по разделу .....	85
5.	Социальная ответственность .....	86

5.1 Введение.....	86
3.5 Производственная безопасность.....	86
3.5.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны .....	87
3.5.2 Отклонение показателей микроклимата.....	88
3.5.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте .....	90
3.5.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	91
3.5.5 Возможность утечки газа .....	92
3.6 Экологическая безопасность.....	93
3.6.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	93
3.6.2 Пожарная безопасность. ....	93
3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	96
5.4.1 Требования к оборудованию рабочих мест.....	96
5.4.2 Общие требования к технике безопасности при работе с ПЭВМ.....	97
Заключение .....	99
Список публикаций.....	101
Список литературы .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ А. ....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	122
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	125
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	130
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж .....	132
ПРИЛОЖЕНИЕ И .....	133
ПРИЛОЖЕНИЕ К .....	134
ПРИЛОЖЕНИЕ Л .....	135
ПРИЛОЖЕНИЕ М .....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Н.....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ П .....	138

## **Введение**

Для дизайнера важно выдержать баланс между геометрической формой созданного дизайна и технологической составляющей объекта. Поиск такой формы требует большое количество времени и сил. Необходимо также учитывать, что дизайн-проект должен быть конкурентоспособным, эффективным, экономичным и эргономичным.

Связь дизайн-проектирования с другими областями наук очень важна на этапе разработки объекта. Для создания оптимальной конструкции и дизайна устройства необходимо провести исследования в маркетинге, менеджменте, экономике, социологии. Также в случае разработки дизайн-проекта технических устройств нужно понимать основы механики, электроники, материаловедения. Эти знания позволят приспособливаться к изменениям в технологиях, социально-культурных изменениях общества, а также к новым структурам и исследованиям. Разработка установки по переработке полимеров для лабораторий и выставок должна учитывать все вышеуказанные характеристики, так как она одновременно включает в себя важную техническую роль, а также будет напрямую взаимодействовать с людьми.

### Актуальность

В наше время вопрос окружающей среды ставится особенно остро по всему миру. Установка направлена на улучшение экологических показателей, областью применения является утилизация полимеров (пластиковых отходов) с возможностью получения порошкового углерода и газов даже в бытовых условиях. Разработка дизайна установки для использования в лабораторно-выставочных условиях решает вопросы технологичности, модульности, эргономичности и дает возможность адаптации формы объекта под изменение технологии.

### Цель дипломной работы

Цель данного проекта - выявить особенности и критерии конструкции, влияющие на процесс дизайн – проектирования и на их основании

исследовать варианты формообразования оболочки плазменной установки. В итоге разработать дизайн лабораторно-выставочного экспериментального комплекса.

#### Объект дизайн-проектирования

Объектом проектирования является лабораторно-выставочная установка по переработке полимеров.

#### Цель научного исследования

Целью научного исследования является анализ взаимодействия формы с техническими характеристиками и конструкцией, а также выявление особенностей создания дизайна нового устройства.

#### Объект исследования

Объектом исследования являются особенности формообразования дизайна технического устройства по переработке полимеров.

#### Предмет исследования

Предметом исследования является воздействие технических аспектов на форму, модульность, транспортируемость, унифицированность установки.

#### Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.)

Плазменная установка лабораторно-экспериментального типа предназначена для утилизации пластиковых отходов и получения порошкового углерода и газов. Порошковый углерод в последствии можно реализовать на производстве. Текущее исследование сфокусировано на создании именно устройства для лабораторий и выставок, она заточена на внесение возможных изменений в конструкции и технологии. Данную установку в последствии можно будет применять в быту, при разработке нефтяных или газовых месторождений, в малых поселках, где затруднен вывоз и утилизация отходов.

#### Научная новизна предлагаемых в проекте решений

Научная новизна заключается в модульности установки, которая позволяет расширять и модернизировать технологию устройства без нарушения композиции внешнего корпуса. Комплексный подход к

формообразованию и техническим характеристикам объекта позволяет получить уникальную и эргономичную оболочку установки по переработке полимеров.

#### Практическая значимость

Практическая значимость результатов ВКР: определение собственной методики проектирования и формообразования и на основе этого разработка дизайна установки по переработке полимеров и ее 3D модель.

## **1. Анализ теоретико-методологического материала**

В данной главе освещаются технические вопросы, подходы к проектированию, актуальность данной разработки в современном мире, цели и задачи исследования.

Также рассматриваются обзоры аналогов для выявления сходств и различий с текущей разработкой установки по переработке полимеров и проявления влияния особенностей возникновения плазмы на дизайн устройства. Описание конструктивных частей установки позволит понять структуру подобных технологий и приспособить их под необходимые требования.

По итогам первой главы будут выявлены требования к разработке установки, а также создано представление конструкции и функций установки по переработке полимерных отходов. Это позволит в дальнейшем определить свойства, необходимые для повышения конкурентоспособности, и разработать оптимальный дизайн. А методы и подходы к проектированию позволят реализовать проект по наиболее эффективному пути развития.

### **1.1 Обзор теоретико-методологического материала**

При создании дизайн-приборов инженерными методами, с соблюдением: веса, прочности, технологичности, жесткости, размерности и т.д., без учёта позиции стиля, эргономики, согласованной с функцией, объект-проектирования не будет иметь свойств, которые могут повысить конкурентоспособность прибора. Поэтому в первой главе диссертации рассматривается материал, касающийся технических особенностей установки, его составляющих, принципа работы, рынка потребителя [1,2,3]. Также необходимо учитывать критерий «красоты», который принимается обществом – это эстетическое качество промышленного изделия [4,5,6,7,8]. В связи с этим необходимо рассмотреть художественные характеристики объектов дизайна, и в последствии, часть из них применить при создании оболочки установки по переработке полимеров.



В данной разработке установки по переработке полимеров большое внимание уделяется функциональной части, рациональной компоновки и особенностям формообразования оболочки установки. Поэтому с этим учетом впоследствии будет выбираться метод для дальнейшего проектирования. Во второй главе рассматриваются методы формообразования а также различные подходы к проектированию дизайн-объектов [9,10,11,12].

## **1.2 Алгоритм процесса проектирования**

При проектировании любого изделия необходимо придерживаться определенной стратегии по реализации этапов и объекта в целом. Это поможет избежать ошибок в проектировании и сэкономить временные и трудовые ресурсы, а также получить всесторонне проработанный результат.

Изначально выявляются цели, задачи и основная проблема дизайн-проектирования. После определяются средства достижения цели, далее следуют методы, выбранные для реализации объекта проектирования. Существует несколько подходов к проектированию, которые выбираются для разработки в зависимости от назначения будущего объекта.

- Системный подход. Анализируются взаимосвязи объекта проектирования (его потребительские свойства) со средой [13].
- Функциональный подход. Анализируется значимость и полезность функций прибора к затратам на их реализацию [14].
- и в процессе производства [15].
- Проблемный подход Аналитический подход объединяет в себе комплексный анализ экономических и технических проблем, которые рассматривают все функции изделия в процессе проектирования разбивает процесс проектирования на задачи и подзадачи и формулирует проблему для каждого этапа, затем выявляются и анализируются причины, влияющие на свойства и качество продукта [16].

- Экспертный подход. Метод экспертных оценок. Эксперты дают свою оценку изделию по сформулированным критериям [17].
- Инженерно-технический подход. Производится оценка дизайнерского решения с точки зрения системы «человек-машина». Подход включает: технологический анализ, конструктивный анализ [18,19].
- Экономический подход. Рассматривает вопросы себестоимости и цены продукции [20].

Разные подходы составляют определенную структуру процесса проектирования и принцип разработки изделия. В зависимости от выбранного подхода будет отличаться и сам объект проектирования. Некоторые из подходов можно смешивать для получения комплексно структурированного результата.

Исходя из назначения объекта проектирования выбирается структура проектирования и исследуются основные аспекты того или иного подхода для разработки эффективного устройства. Однако любое дизайн-проектирование должно учитывать технические и инженерные особенности объекта, которые будут основой для создания внешнего дизайна.

Главными принципами дизайна являются: рациональность, научность, унифицированность, возможность массового производства, простота, функциональность, информативность и ясность форм. Установка по переработке полимеров является функциональным устройством, в котором нет необходимости в декоративных частях, поэтому рациональными принципами дизайна будут являться:

- Соответствие (связь между органами управления и результатом их использования, состоянием устройства и отражением этого состояния).
- Ясная концептуальная модель (вещь должна говорить сама за себя).
- Обратная связь (потребителя с объектом дизайна, пользователь получает полную и точную информацию о результате проделанных им действий).

- Наглядность (один взгляд между органами управления позволяет определить его состояние и возможные действия, приемлемые действия заметны).
- Ограничители (чтобы сделать вещь простой в применении, нужно исключить все возможные неверные действия) [21].

Все объекты дизайна имеют четыре стадии существования, на каждой из которых происходит процесс взаимодействия с окружающей средой (материалами, энергией, смыслами): проектирование, изготовление, использование, утилизация. Так как дизайн является частью промышленного производства нужно придерживаться экологических принципов для уменьшения негативного экологического влияния после использования объекта. Такими являются принцип альтернатив, ограничения, оптимизации, превентивности природоохранных мероприятий, комплексности, управления [22].

Следует учитывать экономический подход к разработке установки. Так как объект является реальным необходимо просчитать оптимальную себестоимость продукта, использовать оптимальные материалы по свойствам и цене. Такой комплексный подход позволит оптимизировать исходные ресурсы и использовать их наиболее эффективным способом.

### **1.3 Исходные данные**

Перед проектированием дизайна самого объекта необходимо выявить основные технические параметры установки, принцип работы и другие исходные данные. Это поможет определиться с дальнейшим путем развития проекта и основывать разработку дизайн-концепта на реальных величинах и объектах, его комплектации и особенностях формообразования. Также такая часть, как обзор аналогов, приведенная ниже, введет понимание об уже созданных объектах того же назначения и схожего принципа работы.

#### **1.3.1 Анализ рынка потребителя**

Текущая разработка предназначена для лабораторных экспериментов и выставочных мероприятий, в ней возможна доработка конструкции

дополнительной электроникой для усовершенствования технологии. В последствии, с приходом инвестиций в проект появится возможность для массового производства для осуществления внедрения программ по экологической безопасности. Для сравнения зарубежная деятельность включает в себя в экологической сфере работ и услуг (рынок экологических услуг):

- Предприятия, занимающиеся вопросами сохранения биоразнообразия.
- Предприятия, обеспечивающие предотвращение загрязнения (производство оборудования, приборов и средств контроля в целях охраны окружающей среды и т.п.).
- Предприятия с природосберегающими технологиями (переработка отходов, производство товаров с экологической маркировкой).
- Предприятия, занятые в благоустройстве территорий.
- Предприятия, занятые в информационном экобизнесе [23].

Работа подобных организаций регулируется государством, а потому в каждом государстве разработаны механизмы их финансовой поддержки, поскольку все эти предприятия или пытаются сохранить само биоразнообразие (одно из направлений, определяющих благоприятную окружающую среду) или производят товары для сохранения благоприятной экологической среды.

На данный момент в России возможна реализация переработки мусора с использованием плазменной технологии при поддержке государства и внедрении его в систему жизнеобеспечения людей. Для этого необходимо провести исследование по разработке современной системы энергоснабжения и возможности ее адаптации к повседневной жизни. Также важным пунктом является создание свода соответствующих законов по проблемам экологии, а также информирование жителей о новых системах и проектах по развитию экологии и переработке мусора, в том числе полимерных отходов. Для этого необходимо принять во внимание следующие действия:

- Разработка ряда законов (стандартов, правил), определяющих требования к работе предприятий и организаций, входящих в рынок экологических услуг.
- Ценообразование экологических услуг, работ и продукции.
- Прогнозирование будущих потребностей в экологических услугах и работах, а также продукции предприятий этой отрасли деятельности.
- Применение методов экономического и иного стимулирования предприятий в части повышения экологической безопасности, побуждение производителя к минимизации экологического ущерба.
- Проведение государственной политики, стимулирующей внедрение наилучших технологий, техники, направленных на рациональное природопользование, получение экономической выгоды в результате применения технологий, обеспечивающих наибольшую защиту окружающей среды.
- Повышение экологического образования.

За счет реализации вышеуказанных пунктов улучшится не только экологическая ситуация в целом, но также получит развитие новая система утилизации пластика, внедренная в повседневную жизнь людей. С использованием установки по переработке полимеров уменьшится потребность в создании масштабных предприятий для массовой переработки. Установки небольшого типа будут занимать гораздо меньше места и иметь большую доступность для людей. Такой тип переработки также можно использовать в промышленных масштабах, однако, увеличатся размеры силового блока, а также придется пересмотреть всю компоновку и дизайн такого устройства в целом.

### **1.3.2 Поиск и анализ технических и дизайнерских аналогов**

Чтобы ознакомиться с текущей ситуацией на рынке установок похожего типа было рассмотрено несколько существующих в мировой практике аналогов [24,25,26,27,28]. Информация о них сведена в таблицу Приложения Б. Приведенные примеры аналогов являются объектами

промышленного производства и глобальной утилизации всевозможных отходов, включая опасные и радиоактивные. Эффективность таких заводов и комплексов имеет большой эффект на окружающую среду. Некоторые из них не только утилизируют отходы, но также вырабатывают энергию, существуют также различные способы возникновения плазмы, которые влияют на физику процесса и, следовательно, на эффективность разработки.

Для оптимизации информации об аналогах были сведены данные об их параметрах в таблицу 1. На ее основании можно понять и проанализировать какие технологии используют предприятия и на каком типе переработки они основываются.

Таблица 1. Информация об имеющихся аналогах с плазменной технологией

	Температура	Вырабатываемое вещество	Особенности плазмотрона	Тип отходов
Environmental Energy Resources	до 1500 С	Применим в укладке дорог, строительстве	Несколько стадий переработки в плазмотроне	Тысяча кг бытовых отходов в час
PLAZARIUM MGS	5000 °С	Синтез-газ (смесь монооксида углерода (СО) и водорода (H <sub>2</sub> ))	Наличие дополнительной камеры плазменного дожигания	Углеродсодержащих отходов при отсутствии свободного кислорода
"Плутон"	1500-1800° С	Стеклоподобный конечный продукт, плавленный шлак, дымовые газы	Дуговые плазмотроны постоянного тока	Смешанные отходы сложного состава
Технология плазменной газификации WPC	5500° С	Чистый, обогащенный синтетический газ	6 плазматронов в марки « Marc 11 »	Муниципальные отходы
Pyro Genesis	>1600	Топливный газ, шлак,		Все виды (кроме

		расплавленный металл		токсичных)
--	--	----------------------	--	------------

Рассмотренные установки состоят из крупномасштабных объектов, составляющие цельную установку, следовательно, предмет дизайна отступает на второй план и по большей части не учитывается. В текущем проекте установка имеет небольшие габариты и может использоваться для частных нужд, а также для представления разработки на публике в качестве выставочного образца. В данном случае дизайн продукта необходим, так как будет происходить явное взаимодействие потребителя и продукта. Промышленный дизайн необходим для более удобного и практичного использования установки человеком, а также для представления бренда и отличительных характеристик.

### **1.3.3 Актуальность интеграции установки в повседневный быт**

Существует несколько классов отходов: бытовые отходы, биологические отходы, промышленные отходы, радиоактивные отходы и медицинские отходы. Пластиковые отходы относятся к бытовому классу и являются самыми опасными из них, так как разлагается в течение десятков и сотен лет.

В России 80 % всего бытового мусора просто вывозится на свалки. Стоимость такого способа наиболее низкая. Официальных полигонов РФ, в которых захоронено порядка 82 миллиардов тонн отходов, около 11 тысяч. Их количество постоянно увеличивается, нанося тем самым огромный ущерб природе. Частично мусор сжигается с последующим захоронением. Однако этот способ также имеет ряд недостатков, поскольку вредные вещества, образующиеся в процессе сжигания, очень ядовиты, их выброс в окружающую среду отрицательно сказывается на здоровье людей. Пищевые отходы помещаются в накопители, где под действием определенной температуры они разлагаются, компостируются. Всего лишь 3% бытовых отходов подвергается промышленной переработке [29]. Такой способ утилизации на сегодняшний день представляет наименьшую опасность, но

вся проблема заключается в строительстве подобных предприятий, а, точнее, в необходимости инвестирования в эту отрасль.

Оптимальным путем развития будет интеграция утилизации мусора в повседневную жизнь людей. Такое решение позволит популяризировать и распространить утилизацию пластиковых отходов, повысив, таким образом, экологическую сознательность и социальную ответственность жителей. Для этого необходимо создать аппаратный комплекс, который будет комфортен и безопасен для эксплуатации лицами не имеющими специального технического образования. После внедрения будет возможность использовать утилизированный пластик в качестве энергии, тем самым производить экономию электроэнергии.

#### 1.3.4 Процесс возникновения плазмы и разложения пластика

Отличительной особенностью системы будет реализация процесса генерации плазмы на графитовых электродах, что потенциально может дать ряд преимуществ перед металлическими конструкциями в отношении достижения высоким температур, стабильности горения разряда и энергоэффективности. Схема возникновения плазмы представлена на рисунке 1.

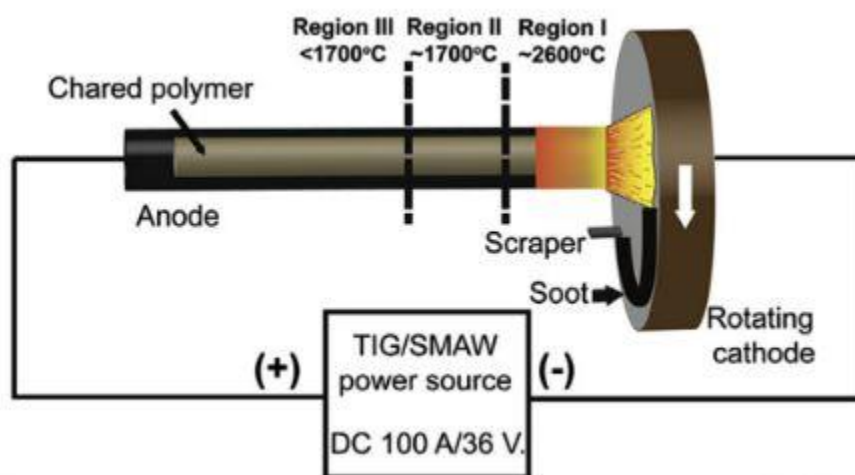


Рис. 1. Схема возникновения плазмы

Высота верхнего электрода диаметром 8мм регулируется приводом и приводит к возникновению плазмы при уменьшении расстояния между анодом и катодом. Нижний электрод имеет диаметр 30-40мм с углублением



внутри, куда складывается пластик и впоследствии образуется порошок. Электроды расположены коаксиально по отношению друг к другу.

В результате напряжения, поданного на электроды, между ними создается плазменная дуга, которая взаимодействует с пластиком. Под действием температуры пластик разлагается на порошок и газ.

Новизна установки заключается в том, что процесс переработки отходов (горение дуги) происходит при атмосферном воздухе, и не требует для работы создания атмосферы из инертных газов. В других случаях всегда необходим дополнительный газ (чаще всего аргон) для создания необходимой среды для протекания реакции, что создает необходимость в баллоне с газом и его получении. В свою очередь баллон будет занимать значительное пространство и иметь большой вес, что усложнит и утяжелит конструкцию.

Данное решение значительно удешевляет ее стоимость, эксплуатацию, мобильность установки и не требует особых навыков для обслуживания. Однако это создает дополнительные условия для создания дизайна внешней оболочки установки и компоновки внутренних частей.

### **1.3.5 Технический обзор и принцип работы установки**

Техническая часть установки по переработке полимеров состоит из нескольких силовых и регистрационных блоков, а также реле, фильтров, пускателей и элементов контроля. В конструкцию входят: блок с электроустройствами и приборами, реактор и рабочее место оператора. На структурной схеме показан общий принцип работы и основные комплектующие (рисунок 2). Данные устройства укомплектованы в корпус установки, однако все также будут мобильны для замены и ремонта.

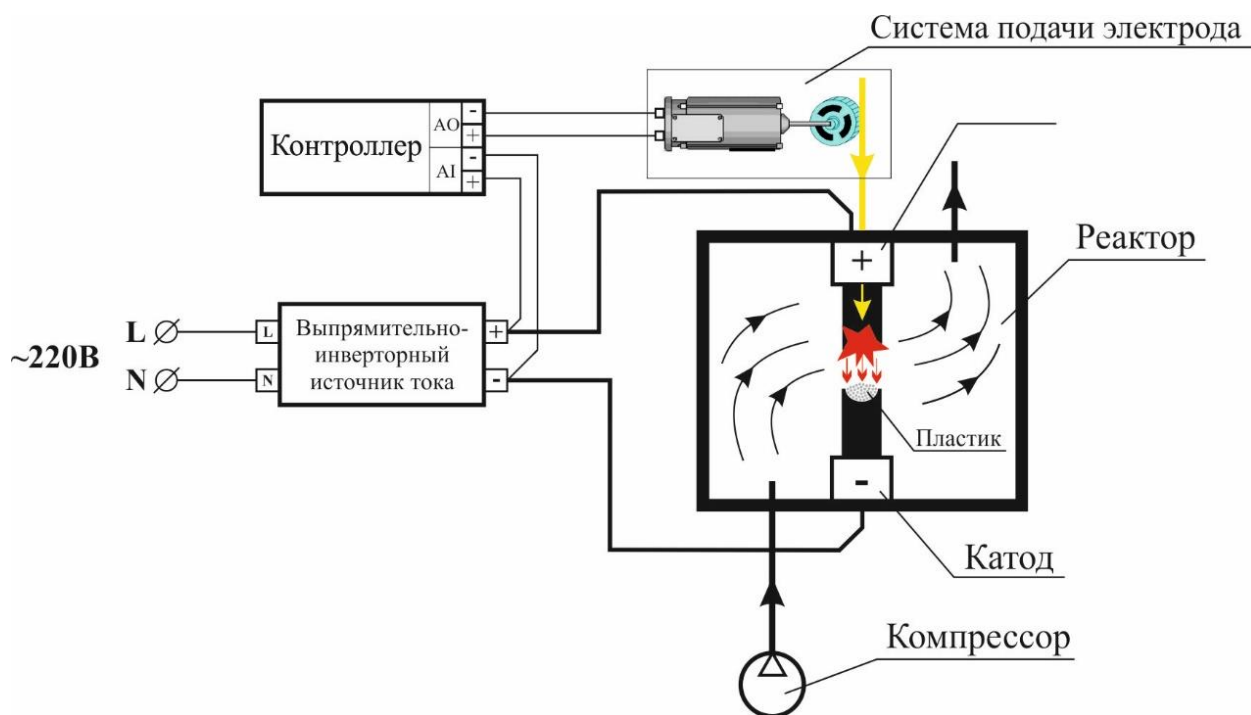


Рис. 2. Схема работы установки по переработке полимеров

На выпрямительно-инверторный источник тока подается переменное напряжение 220В, то есть можно подключать его к сети, используемое в бытовых условиях. За счет него преобразуется переменный ток в постоянный для дальнейшей работы установки. Контроллером будет регулироваться привод, который будет опускать один из электродов ко второму в зависимости от нужного расстояния, он измеряет напряжение на электродах, следовательно, измеряет длину дуги. В реакторе и происходит сама плазменная реакция, за счет катода и анода. В результате взаимодействия плазменной дуги и пластика происходит реакция распада и образуются порошок и газы. Компрессор необходим для продувки реактора от полученных газов, которые можно в последствии использовать, как источник энергии.

Технические устройства для работы установки представлены в таблице приложения В. В нее включены изображения устройств, используемые в разработке прототипа установки. Также перечислены основные параметры и описания приборов [30,31,32,33].

### 1.3.6 Анализ эксплуатационной ситуации

Для работы установки необходимо переменное напряжение 220В, также единая конструкция с подключением реактора к силовой и регистрационной частям. Для безопасной работы силового блока и осциллографа необходимо создать логику в проводах во избежание их повреждения самими корпусами или при работе человека. Необходим доступ к внутренним частям с задней стороны установки (заземление, настройка параметров оборудования, подключение электропитания), а также с одной из боковых частей (для замены и ремонта оборудования, подключения дополнительной электроники, настройки компонентов). Доступ к регулировке блоков необходимо закрывать после работы с установкой.

Надежность процесса возникновения плазмы и расщепления пластика обуславливается наличием реактора, который ограждает человека от плазмы, температуры и отходов реакции. Необходим доступ внутрь реактора для его очистки и замены электродов.

Ремонт и замена частей производится легко, так как система модульная и любую часть можно отключить от остальных и направить в ремонт. Хранение и транспортировка установки удобна, корпус будет иметь колесики, а также фиксаторы для надежного крепления к полу или стене. Также система разборная и может транспортироваться отдельно.

Обслуживание выполняется оператором по большей части с панели управления и компьютера, на панели также находится кнопка экстренного выключения. Маркировка необходима для реактора, она будет предупреждать о возможности протекания реакции внутри, следовательно, нагрева и выделения газов. Электрозащита будет осуществляться через заземление корпуса.

Температура горения дуги 1200-2000 °С. Однако эта температура является точечной, так как длина плазменной дуги мала. За счет воздуха в реакторе температура быстро падает, а сам воздух продувается компрессором. В связи с этим максимальная температура нагрева корпуса

реактора – 40-50 °С при длительной работе плазменной дуги. При кратковременном включении корпус может нагреваться всего на несколько градусов.

#### **1.4 Постановка задач на исследование**

Разработка уникального изделия всегда включает в себя исследование методов компоновки и формообразования. В связи с тем, что такие исследования являются уникальными в зависимости от назначения продукта и способа его использования, необходимо выработать собственную стратегию исследования и проектирования. Ранее уже был произведен общий анализ исходной информации и найденных аналогов, однако далее будут рассматриваться способы формообразования технических устройств и методы их проектирования. Поэтому выдвигаются следующие задачи на исследование:

- Исследовать методы формообразования.
- Рассмотреть детально наиболее востребованный для поставленных целей метод дизайн проектирования.
- Объединить необходимые аспекты методов для разработки собственной стратегии проектирования.
- Выявить критерии и ограничения для проектирования.
- Определить особенности конструкции, влияющие на процесс дизайн-проектирования.
- Перечислить возможные проблемы для этапа проектирования.

## **2. Научно-исследовательская часть**

Разработка и проектирование любого объекта предполагает предварительное исследование аналогов, подходов проектирования и имеющейся технологии производства, которые были проведены в первой главе. В процессе дизайн-проектирования установки по переработке полимеров необходимо разработать несколько вариантов форм корпуса для дальнейшего выбора одного из них, который будет основой для 3D модели. Такая установка должна изменяться за счет присоединения к нему дополнительных модулей, но при этом оставаться мобильной и удобной в эксплуатации. Предложенное решение должно быть гармоничным и сохранять свой стиль в процессе трансформации и унификации.

### **2.1 Методы формообразования**

Основной научной составляющей диссертации является исследование методов формообразования модульного технического объекта. Для того, чтобы определиться, как можно достичь баланса техники и дизайна, необходимо выяснить историю методов формообразования.

Особенностью современных методов формообразования в дизайне является направленность проектных действий одновременно и на прагматический, и на художественный результаты, причем иерархия соответствующих целей и путей их достижения может меняться в процессе работы. Это означает, что метод и методика дизайнера должны содержать элементы, синтезирующие возможности и инженерно-технического, и художественного творчества, что предопределяет специфику его подготовки и технологии профессиональной работы [34].

Однако анализ теоретического материала по вопросам формообразования дает основание выделить три достаточно независимые версии: одни авторы рассматривают формообразование только как проектирование художественной формы, другие утверждают, что формообразование – это структурирование инженерно-технических факторов, третьи, что формообразование – это поиск свойств формы,

наиболее существенных для восприятия конкретной информации. Все эти версии, так или иначе, имеют право на существование, поскольку практика и теория дизайна создавались на основе обобщения практики и теории искусства, инженерии и науки. Но проблема формообразования в дизайне и является следствием несовпадения нормативных требований дизайн-деятельности и нормативных требований этих трех представленных выше видов деятельности. На современном этапе дизайнерские методы формообразования – это, зачастую, лишь проекции методов формообразования, сформированных в науке, искусстве и инженерии. Все методы формообразования, используемые в дизайне, условно можно разделить на «художественные» методы, «инженерные» методы и «научные» методы.

### **2.1.1 «Инженерные» методы формообразования**

Сама основа дизайн-проекта – это инженерный проект, который выглядит так: заказ (проектное задание) – техническое предложение (проектное предложение) – отбор оптимального варианта – рабочий проект – корректировка – опытный образец (прототип) – промышленный образец – серийное производство.

Инженерные методы решают проблему формообразования нового объекта на основе аналога (имеющегося решения подобной функционально-конструктивной системы), опираются на метод «проб и ошибок» и предусматривают разработку параллельно нескольких, равноценных технически вариантов решения. Отбор оптимального композиционно-технического варианта происходит на основе опытно-интуитивного подхода.

Традиционно эти методы решают проблему формообразования с точки зрения инженерной специфики конструкции объекта и возможности производства. Критериями продукта «инженерного» творчества являются его функциональность, конструктивность и технологичность. Форма изделия определяется технической функцией, параметрами узлов конструкции и ведется главным образом на основе профессиональных (инженерно-

конструкторских) знаний и практического опыта взаимодействия с аналогичными объектами. Вопросы эстетической выразительности объекта являются второстепенными и решаются чисто формальными средствами. Дизайнер, в рамках инженерных методов, вынужден пространственную структуру объекта приводить в соответствие с эталонами форм воспринимаемыми потребителем.

Инженерные методы нацелены на формирование технических свойства продукта, а так как типов продуктов в современном производстве огромное количество, то и вариации инженерных методов многочисленны. Причем, многочисленный вариативный ряд инженерных методов возник не из-за принципиальных моментов формотворчества, а из-за конструктивно-функциональной сложности объекта проектирования.

Использование инженерных методов в практике дизайна сопряжено с необходимостью освоения большого объема знаний и умений в области технологии изготовления определенных видов изделий, художественной подготовки, вспомогательных дисциплин (эргономика, экономика, социология и т.п.). Но даже наличие такого колоссального объема знаний не будет гарантировать качественный результат формотворческой деятельности, так как для инженерных методов эстетическая выразительность объекта — это лишь попутный продукт формообразования [35].

Однако, при всех негативных моментах использования инженерных методов, они необходимы дизайнеру для формирования и развития проектного мышления в целом и выработки умений по организации и реализации формотворческой деятельности.

### **2.1.2 «Художественные» методы формообразования**

Представление о специфической ценности дизайн-продукта сформировалось в искусстве, где художественное формообразование является целостным процессом создания автономного от промышленного производства продукта. Такой специфической ценностью является эстетическая выразительность любого объекта, как художественного, так и

дизайнерского формообразования. Одним из этапов дизайнерского формообразования является художественное проектирование – образное решение и пространственная организация элементов изделия, комплекса изделий, среды, где могут быть использованы только художественные методы.

Художественные методы формообразования основаны на индивидуальном творческом процессе и художественных принципах проектирования, выработанных в рамках искусства, таких как проектирование единичного объекта как элемента предметно-пространственной среды, содержательности формы и т.п. Методы художественного формообразования в силу своей специфики являются средством фиксации представления о «необходимом эстетически выразительном» продукте. [36] Но вариативность решений не обусловлена структурно-техническими параметрами объекта проектирования, варианты решений могут быть относительно неравноценны с точки зрения реализации в условиях конкретного производства.

Художественные методы неразрывно связаны с имеющимися в распоряжении дизайнера художественными средствами, которые экстраполируют представления о художественном творчестве на процесс дизайнерского формообразования. Продукт дизайнерского формообразования представляется как продукт художественного формообразования, имеющий самоценность вне зависимости от целей проектирования, и, как следствие, формирование у дизайнера представления о подчиненном характере промышленного производства.

Художественные методы не имеют жестко фиксированного характера, плохо поддаются анализу и структурированию. Качество продукта при использовании этих методов напрямую зависит от уровня художественной подготовки дизайнера. Обучение художественным методом требует большого количества времени на освоение художественных средств, происходит традиционным способом: на примере работы мастера —



наглядно осуществляемой профессиональной деятельности, выступающей в качестве эталона, что формирует индивидуализированный характер процесса формообразования.

Художественные методы формообразования абстрагированы от системы производства, но в то же время максимально полно позволяют реализовать эстетическую выразительность объекта проектирования.

### **2.1.3 «Научные» методы формообразования**

Продуктом научной и дизайнерской деятельности является сумма знаний и представлений, полученных при решении определенного рода задач. Дизайнер на стадии формообразования исследует закономерности вариативного изменения пространственно-графических и конструктивно-функциональных структур проектируемого объекта. [37]

Научные методы формообразования основаны на представлении о процессе формообразования как о последовательном решении комплексной задачи, ставят своей целью автоматизацию процесса формообразования. Такие методы используют принципы классификации, эксперимента и коллективного творчества. В них реализуются накопленные в научно-экспериментальных дисциплинах (эргономике, конкретной социологии, физиологии и т. п.) профессиональные средства и методы решения задач по формообразованию, что косвенно способствует оптимизации системы производства.

Научные методы формообразования используют достаточно широкий спектр [38,39,40,41] различных противоречивых концепций, экспериментальных методик, методов отбора и интерпретации фактов, что затрудняет выбор конкретного метода для решения конкретной задачи. Не существует единой проектной концепции научных методов формообразования, каждый из методов самоценен и претендует на главенствующую роль.

Выбор и использование научных методов формообразования возможны только при наличии у дизайнера широкого диапазона знаний и

представлений, не только в области профессиональной подготовки, но других областях знаний, так как научные методы не только используют различные области знаний, но и компилируют их.

Научные методы формообразования трудоемки и порой сложны в применении, но большая их часть может быть автоматизирована при помощи компьютера, дают возможность решить самую трудную задачу поэтапно, поскольку позволяют определить логику формообразования, как в целом, так и на каждом этапе отдельно [42].

#### **2.1.4 Плюсы и минусы каждого из методов**

Обобщим рассмотренные ранее методы и выделим плюсы и минусы каждого из них. Это поможет в дальнейшем определиться с вариантом метода для разработки установки.

- Инженерные методы формообразования «плюсы» – наличие жесткого алгоритма проектной деятельности, безусловная реализация утилитарной функции, учет возможностей производства; «минусы» – эстетическая выразительность объекта лишь попутный продукт формообразования, узкая специализация.
- Художественные методы формообразования «плюсы» – безусловная эстетическая выразительность и содержательность формы; «минусы» – абстрагированность от системы производства, нет алгоритма проектной деятельности.
- Научные методы формообразования «плюсы» – логичность и комплексность решения задач формообразования, возможность автоматизации и оптимизации; «минусы» – высокая трудоемкость, отсутствие проектной концепции.

Далее на основании вышеуказанных плюсов и минусов, а также с учетом последующего описания алгоритма системного дизайн проектирования будут выработываться собственные шаги для разработки корпуса установки.

## 2.2 Системное дизайн-проектирование

На основании обзора подходов к дизайн-проектированию в главе 1 выделяется один, наиболее подходящий для разработки дизайна установки по переработке полимеров. Поэтому для создания собственного алгоритма разработки дизайн-проекта установки основой будет считаться системное дизайн-проектирование.

Системный подход – это подход, при котором любая система (объект) рассматривается как совокупность взаимосвязанных элементов (компонентов), имеющая связь с внешней средой и обратную связь. Согласно теории систем, каждый объект в процессе его исследования должен рассматриваться как большая и сложная система и, одновременно, как элемент более общей системы. Системный подход заключается в рассмотрении не только объектов и явлений, входящих в систему, но и объектов и явлений её инфраструктуры, которые каким-либо образом влияют на систему и на которые может влиять она, а также всех связей между этими объектами и явлениями [43].

Системный дизайн имеет дело со сложными системными объектами, которые состоят из разнообразных структурных элементов, связанных между собой теми или иными способами в единство. Эта совокупность со всеми присущими ей свойствами рассматривается как целостность, а все влияющие на систему признаки (внешние и внутренние) интегрируются в объединяющее решение.

Свойства системного объекта дизайна должны быть учтены при использовании данного подхода в проектировании. Эти этапы помогут в определении критериев и ограничений для проекта, а также дальнейшей стратегии развития и ее этапов.

Свойства системного объекта:

- Антропоцентричность

Системный объект дизайна должен иметь антропоцентричный характер: обладать целостностью с точки зрения человека, включенного в эту совокупность в качестве адресата.

В современной лексике используется ряд синонимов этого понятия: человекоориентированный подход, человекоразмерный подход, человекоцентрированный подход, human-centered design (hcd).

Человекоориентированный дизайн - принцип, ставящий человеческие нужды на первое место, а технологию на второе. Технология обязана адаптироваться к человеку, а не наоборот. В идеале она невидима: приборы настолько просты, удобны и понятны при первом же знакомстве, что новой услугой может пользоваться кто угодно».

- Многокомпонентность и многоуровневость

Системный объект имеет, как правило, сложную многокомпонентную и многоуровневую организацию и представляет собой иерархическую систему, включающую ряд или множество структурных компонентов и соответствующих им уровней. Понимание структуры системного объекта и нахождение связей в ходе исследования и проектирования необходимы для изучения и учета всех возможных факторов, влияющих на её эффективное функционирование. Структура и связи необходимы для изучения и учета всех возможных факторов, влияющих на эффективное функционирование системы, в ходе её исследования и проектирования.

- Включенность деятельности

Особенность системного объекта дизайна заключается в том, что помимо проектирования компонентов системы (элементов и подуровней) дизайнер должен проектировать и процесс деятельности с ними. От этой составляющей зависит работоспособности всей системы. Деятельность с компонентами системы (то, как человек взаимодействует с частями системы) включается в систему как её равноправная часть.

- Открытость и гибкость

Это способность системы воспринимать «сигналы» извне и на них реагировать. В основу заложены механизмы изменения и совершенствования, система по мере своего роста стремится к большей специализации элементов и усложнению структуры.

При создании комплексного проекта в сотрудничестве с представителями других дисциплин (электроэнергетика, механика, химия, физика), которым является установка по переработке полимеров, нужно проектировать систему с учетом всех участников проекта. Дальнейшая разработка формообразования будет касаться только дизайн-процесса, однако на общем уровне будет учитываться мнение каждого эксперта. Поэтому для систематизации процесса создания установки рассматривается следующий процесс проектирования систем с точки зрения системного объекта:

#### 1. Формирование стратегии или предварительное планирование

- Достигается соглашение о формулировке решаемой задачи.
- Определяются общие мировоззренческие позиции – исходные предположения, воззрения, системы ценностей и т.п.
- Достигается соглашение об основных методах интерпретации фактов.
- Достигается соглашение об ожидаемых результатах – как для проектировщиков, так и для заказчиков.
- Ведется поиск вариантов.

#### 2. Оценивание возможных вариантов решений

- Выбор свойств и критериев для оценивания результатов.
- Соглашение о том, что критерии отвечают заявленным целям.
- Идентификация результатов и следствий по каждому варианту.
- Соглашение о методе выбора конечного варианта и его выбор.

#### 3. Реализация выбранного варианта

- Оптимизация, уточнение выбранного варианта.
- Разработка проекта при постоянном контроле согласованности решений и целостности результата.

- Определение очередности реализации результатов и поэтапный запуск проекта.
- Критическая оценка результатов реализации.
- Возврат к началу цикла для поддержания системы в рабочем состоянии [44].

После определения общих этапов для разработки, согласуясь с системным подходом, выявляются начальные этапы уже конкретно для дизайн-проектирования. Последующие этапы являются начальными, то есть обзорной частью исследования:

- Определить основные составляющие, влияющие на проблемы.
- Установить (найти) связи между ними.
- Определить степень их взаимовлияния.
- Очертить возможное количество направлений, в которых эти проблемы могут решаться.
- Выработать критерии для выбора направлений.
- Определить наиболее перспективные направления.
- Выстроить приоритетную стратегию.

### **2.3 Симбиоз методов для определения собственной стратегии развития**

Для разработки дизайна установки по переработке полимеров необходимо учесть множество технических и композиционных аспектов, которые будут влиять на процесс формообразования оболочки. Вся система состоит из нескольких отдельных частей, которые сперва разрабатываются по отдельности, а после комбинируются в единое устройство. Основными частями являются: реактор, корпус установки, панель управления и рабочее место оператора. Для того, чтобы объединить все компоненты в единое целое нужно рассматривать их, как части единой системы, в то же время нужно учитывать индивидуальные особенности каждой из них. Для такого типа объектов самым оптимальным будет использовать системное дизайн проектирование, которое позволяет разрабатывать подсистемы отдельно и объединять их в один объект.

Формообразование внешней оболочки установки должно учитывать особенности всех методов формообразования, указанных выше. Для этого необходимо определить особенности методов формообразования, которые должны учитываться при разработке дизайна установки.

Из технического формообразования это учет технической специфики конструкции объекта, его функциональность, конструктивность и технологичность. Аспекты художественного формообразования учитывают эстетическую выразительность и содержательность формы. Научный метод формообразования является наиболее подходящим, так как включает в себя комплексность решения задач, возможность оптимизации, что является ключевыми показателями в разработке дизайна установки по переработке полимеров. Однако в отличие от научного метода формообразования, в данном исследовании должна получиться итоговая проектная концепция.

Для выработки собственной стратегии за основу взят процесс системного дизайн проектирования с акцентом на пункты методов формообразования, указанных выше. Основными аспектами все равно будут являться технические параметры формообразования, возможность трансформации, вариативности компонентов и модульности, так как основное назначение установки – проведение экспериментов, то она должна исправно функционировать и быть мобильной.

Таким образом можно выделить следующие ступени развития проекта:

- Изучение технологии и принципа работы устройства (рассмотрены в главе 1).
- Анализ имеющихся аналогов (рассмотрены в главе 1).
- Определение основных критериев и ограничений для разработки.
- Определение важных особенностей конструкции.
- Разработка технической структуры и способ взаимодействия всех технических устройств между собой.

- Исследование возможностей формообразования с точки зрения художественной композиции.
- Адаптация формы под конструктивные решения.
- Анализ модульности и вариативность формы в связи с добавлением дополнительных модулей.

Сводная информация об этапах проектирования технического объекта предоставлена в приложении Г. Далее можно сформировать набор свойств объекта для проектирования оболочки, технические особенности и проблемы на этапе проектирования.

## **2.4 Критерии и ограничения для разработки дизайн-проекта**

Установка по переработке полимеров является сложным техническим устройством, которое состоит из нескольких отдельных частей. Все части соединяются электрически и составляют единую структуру для запуска и эксплуатации. Такой объект имеет множество технических параметров, которые описывают характер работы установки, процессы, протекающие внутри, и критерии для разработки дизайн-проекта (Приложение Д).

Такие критерии можно определить по нескольким составляющим:

### Экономическая эффективность

- Рациональный подбор материалов и комплектующих.
- Оптимизация пространства и материалов.
- Возможность модернизации установки в связи с развитием технологии.

### Технологический уровень

- Внутреннее устройство и организация компонентов.
- Наглядное представление результатов исследования.
- Автоматический процесс управления возникновением плазмы.
- Доступ к компонентам установки для ремонта и замены.
- Возможность автоматической откачки газа из реактора.

### Удобство эксплуатации

- Эффективная панель управления.
- Эргономичное место оператора.



- Компактность.
- Удобство транспортировки.
- Легкость монтажа/демонтажа.
- Маркировка потенциально опасных объектов.
- Варианты доступа к внутренним компонентам.

#### Внешний вид установки

- Соответствие оптимальным размерам исходя из экономических характеристик.
- Единство стиля.
- Эргономичная форма цельного объекта и его компонентов.
- Компоновка частей установки по удобству и внешнему восприятию.

### **2.5 Особенности конструкции, влияющие на процесс дизайн-проектирования**

Рассмотрим основные технологические особенности конструкции установки, которые необходимо учитывать в процессе дизайн-проектирования:

- Температурный режим влияет на выбор материалов.

Плазменная реакция выделяет большое количество тепла, что при длительной реакции может произойти нагрев реактора и его внутренних компонентов. За счет продувки реактора температура не будет высокой, однако нужно предусмотреть при выборе материалы для того, чтобы они выдерживали повышенные температуры в случае возможных экстренных ситуаций.

- Технологическая сборка влияет на компоновку, размеры.

Набор устройств и приборов, влияющий на форму и дизайн внешней оболочки, обуславливается функциями, которые установка будет выполнять. Для этого нужно учитывать все габаритные размеры устройств, их комплектацию, взаимосвязь, а также возможность добавления дополнительных частей.

- Среда использования влияет на значения габаритов установки, набор необходимых элементов для работы, транспортировки, фиксации установки в неработающем состоянии.

Средой для данной разработки будет являться лаборатория и в некоторых случаях выставочное помещение. Поэтому необходимо учесть постоянную перестановку установки, а также фиксацию в различных местах для работы или демонстрации.

- Откачка газа подразумевает два разных технологических блока.

Необходим компрессор, который подает воздух под давлением. Обычно является уже заранее изготовленным устройством. Отсек для газа, откачиваемого из реактора, необходимо разработать по необходимым габаритам и форме. Оба блока нужно разместить с учетом наилучшей компоновки и экономией занимающего места.

## **2.6 Выявление проблем на этапах разработки объекта**

По итогам проведенного обзора и анализа для разработки дизайн-проекта экспериментально-выставочной установки выявлен ряд проблем и условий. Они являются, как конструкторскими, так и социально-коммуникативными и логистическими. Из списка проблем, озвученных ниже, будут вытекать дальнейшие критерии и ограничения для создания дизайн-проекта, который будет производиться в третьей главе диссертации.

Проблемы:

### Разработка неунифицированных частей конструкции

Такая установка является уникальной и не имеет прямых аналогов, соответственно не существует заводских компонентов и унифицированных изделий для такого типа установок. В связи с тем, что данный проект рассматривает лабораторно-выставочную систему, корпуса модулей и дополнительные составляющие будут заказываться индивидуально, в связи с уникальностью представленной разработки. При расширении технологии плазменной переработки полимеров до уровня массового производства (при интеграции системы переработки полимеров в повседневную жизнь людей)

потребуется адаптировать технологию и дизайн для другого типа потребителей.

#### Модернизация установки без нарушения целостности конструкции

Лабораторно-выставочный образец должен иметь возможность для расширения параметров путем добавления дополнительной электроники и блоков, а также адаптация модульной системы под другие технические устройства. Эксплуатация такой установки по большей части включает в себя именно развитие технологии и анализ свойств для дальнейшего продвижения технологии по плазменной переработке полимеров. И в меньшей степени презентацию полученных результатов публике. В связи с развитием может появиться необходимость в добавлении крупногабаритных блоков, которые невозможно поместить внутрь конструкции. Тогда необходимо подразумевать внешнее расширение конструкции без нарушения целостного и стилистического восприятия.

#### Логистика всей установки

Сложность заключается в рациональном распределении компонентов в корпусе, а также эффективная эксплуатация человеком. В установке должно быть предусмотрено эргономичное и безопасное рабочее место оператора, композиция внутренних частей и проводов, подключение к реактору и его внутренняя организация, отвод газов и отсеки для рабочих инструментов. По возможности все должно быть автоматизировано и иметь легкий доступ для ремонта и замены.

### **2.7 Постановка задач проектирования**

Проектирование промышленных установок является сложной задачей в плане создания эргономичного и лаконичного дизайна и сохранения технической части устройства. Так как установка является лабораторно-выставочной нужно учитывать, что появится возможность в развитии технологии, следовательно, добавятся дополнительные блоки и электроника. Также необходим легкий доступ к внутренней конструкции для отладки и настройки приборов.

В связи с этим можно выделить задачи для проектирования.

Задачи проектирования:

- Разработать логистику в компоновке установки по переработке полимеров для улучшения показателей эффективности.
- Провести эргономический анализ.
- Рассмотреть процесс формообразования каждой из частей установки в отдельности.
- Выявить оптимальные материалы для разных частей комплекса.
- Спроектировать внешний вид с учетом поставленных требований.
- Создать единый комплекс для проведения экспериментов с плазмой и показов результатов на выставках, отличающегося надежностью, модульностью доступностью и конкурентоспособным дизайном.

### **3. Проектная часть**

#### **3.1 Разработка эскизных вариантов установки**

Для создания формы объекта, которая будет учитывать все вышеуказанные характеристики, нужно в первую очередь разместить все комплектующие по удобству эксплуатации и техническим возможностям расположения. Все объекты должны быть разбиты на подгруппы для создания для них отдельных модулей, которые в комплексе будут образовывать единую установку.

##### **3.1.1 Предварительная компоновка**

Силовые и регистрационные блоки, фильтры и другая электроника расположены вместе в центральном корпусе, также на лицевой панели встроены монитор. Данные технические устройства лучше не разносить в отдельные блоки и компоновать как можно ближе друг к другу для более удобного подключения. Подключения производятся внутри корпуса, доступ к ним осуществляется через специальную дверку сзади, однако для подключения компьютера к единой электросети установки нужно предусмотреть снимающуюся боковую панель. Ниже экрана и блоков размещается выдвижное рабочее место, которое имеет специальные фиксаторы положения, а также не будет занимать пространство в собранном виде. Ниже выдвижной части располагается ниша под ноги оператора. Будет ли оно сквозное или частично полое решится в последующем анализе рабочего места оператора. Реактор располагается в самой высокой точке устройства и подключается от силовых блоков, которые расположены под ним, внутренние компоненты реактора будут рассмотрены далее. Доступ к реактору должен быть удобным, так как после утилизации пластика его необходимо очищать от пыли.

Примерную комплектацию можно увидеть на рисунке 3.

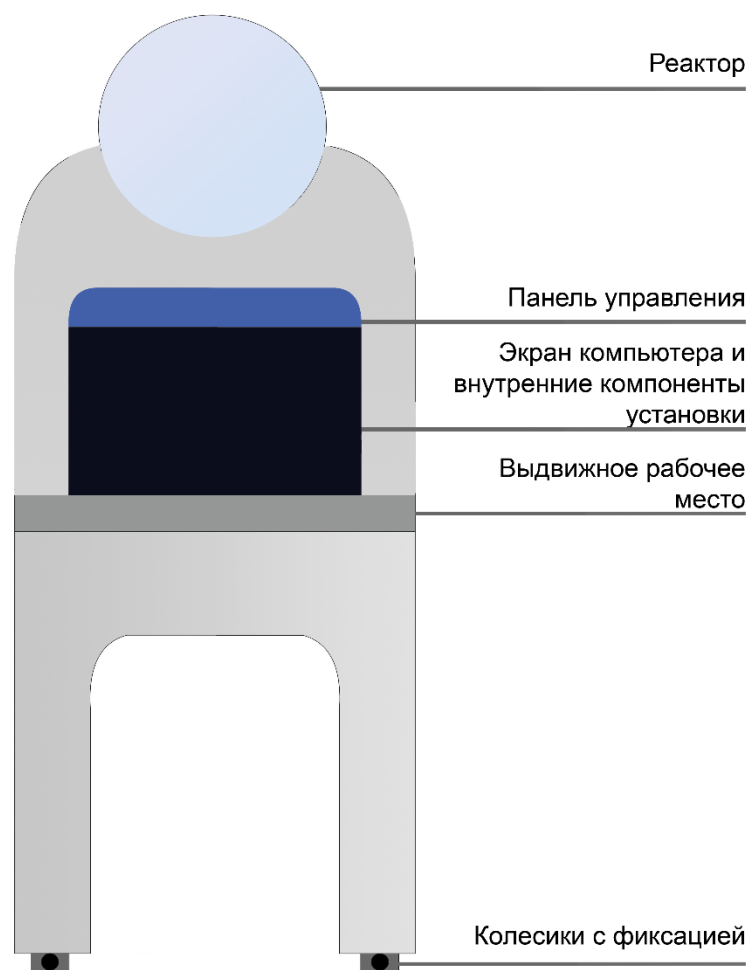


Рис.3. Предварительная компоновка основного блока

Однако в данном эскизе отсутствует компрессор, который имеет большой вес (около 25 кг.) и габариты. Также нет контейнеров для того, чтобы складывать документы, инструменты и т.д. Такие модули необходимо добавить, что повлияет на внешний вид установки.

### 3.1.2 Особенности формообразования

Так как установка будет модульной и возможность комбинировать разные модули является одним из основных аспектов проектирования, нужно рассмотреть такую форму, которая будет единой и лаконичной при присоединении дополнительных модулей. Необходимо также рассмотреть категории композиции для разработки универсальной формы:

- Тектоника

Тектоникой называют зримое отражение в форме изделия работы его конструкции и организации материала. Понятие «тектоника» неразрывно связывает две важнейшие характеристики промышленного изделия – его конструктивную основу и форму во всех ее сложных проявлениях (пропорциях, метрических повторах, характере и т.д.). Под конструктивной основой при этом понимают работу несущей части конструкции, характер распределения главных усилий, соотношение масс, организацию конструктивных материалов и т.п. Форма должна четко отражать все особенности конструктивной основы.

Условие для достижения подлинности тектоничности любого инженерного объекта: конструкционные материалы должны быть использованы оптимально с точки зрения работы системы. Если потенциальные конструктивные возможности данного материала не используются или заставляют его работать не естественным для него образом, то нарушений тектоники не избежать [45].

- Объемно-пространственная структура

Любая форма взаимодействует с пространством, поэтому нужно применять во внимание объем и пространство. Данная установка относится к типу моноблочной структуры со скрытым механизмом, размещенным в корпусе или как в данном случае несколько отдельных корпусов в последствии соединенных вместе. Поэтому нужно учитывать назначение предмета проектирования при создании объемно пространственной формы.

Отношения материал-пространство несут в себе тектонические характеристики, а отношения объем-пространство дают представление о характере объемно пространственной структуры. Также из опыта дизайнерских решений следует, что чем меньшим количеством металла удастся обеспечить работу конкретной конструкции, тем больше оснований считать ее и эстетически совершенной.

- Необходимо помнить про свойства и качества композиции.

Целостность формы отражает логику и органичность связи конструктивного решения с его композиционным воплощением. Целостность связана с другим качеством композиции – соподчиненностью, как следствие с причиной. Любая композиция может рассматриваться как определенная система, основанная на соподчинении элементов главных, менее значимых и второстепенных.

Важным свойством композиции является равновесие формы – такое ее состояние, при котором все элементы сбалансированы между собой. Композиционное равновесие не означает простого равенства величин. Оно зависит от распределения основных масс композиции относительно ее центра и связано с характером организации пространства, пропорциями, расположением главной и второстепенных осей, пластикой формы, цветовыми и тональными отношениями отдельных частей между собой и с целым.

Симметрия – это и свойство – состояние формы, и средство, с помощью которого организуется форма, и, наконец, наиболее активная закономерность композиции.

Проявление асимметрии в симметричных формах. Абсолютной симметрии практически не существует в природе. Что касается техники, то форма станков, машин, приборов, различного оборудования, как правило тоже имеет отступления от симметрии, вызванные условиями их функционирования, а, следовательно, и особенностями конструкции.

Асимметрия – принцип организации формы проявляется не столь наглядно. Гармония развитой асимметричной формы строится на сложнейших отношениях многих закономерностей композиции, поскольку элементы формы не связаны осью симметрии.

Динамичность – вторгающаяся в пространство, односторонне направленная форма. Если динамичность ярко выражена, она может стать главным, определяющим композицию качеством.



Статичность – подчеркнутое выражение состояния покоя, неизблемости, устойчивости формы во всем ее строе, в самой геометрической основе. Статичны предметы, которые имеют явный центр и у которых ось симметрии служит главным средством организации формы.

Единство характера формы. В пределах одного стиля форма изделия может оказаться настолько разнохарактерной, что композиционная целостность ее будет полностью нарушена. Характер формы подразделяются на нейтральные и острохарактерные.

При разработке эскизных вариантов установки будут использоваться вышеуказанные особенности форм, по отдельности или комплексно. Эти особенности влияют на компоновку, стиль и эксплуатационные возможности, поэтому оценка эскизов будет производиться не только по художественной выразительности, но и по техническим характеристикам.

### 3.1.3 Разработка нескольких вариантов эскизов

С учетом разных особенностей формы было разработано несколько эскизов (рисунки 4-7). По итогам их анализа будет выбрана одна форма, которая в дальнейшем подлежит детализации и более точной проработке.

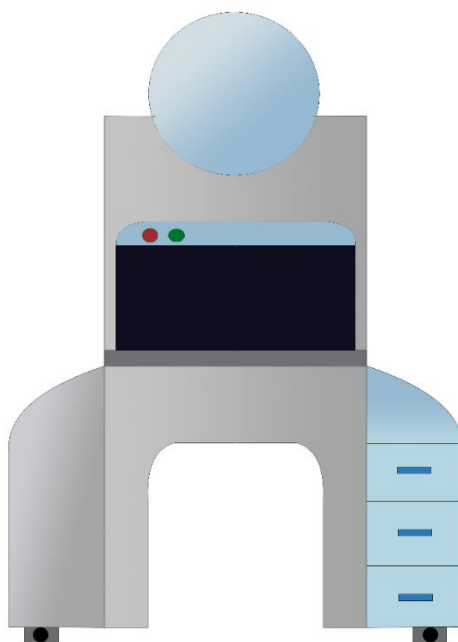


Рис. 4. Первый эскиз

Данная форма, представленная на рисунке 4, является симметричной и статичной. Она включает в себя отсеки для дополнительных частей, которые в качестве модулей могут присоединяться к основному корпусу. Форма не является сложной в изготовлении, следовательно, не будет удорожания конструкции.

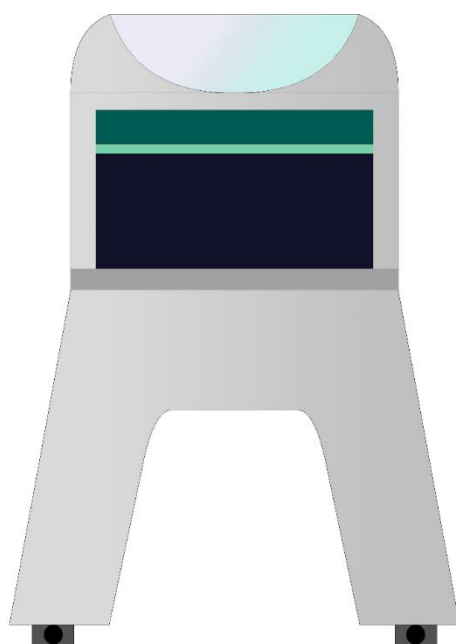


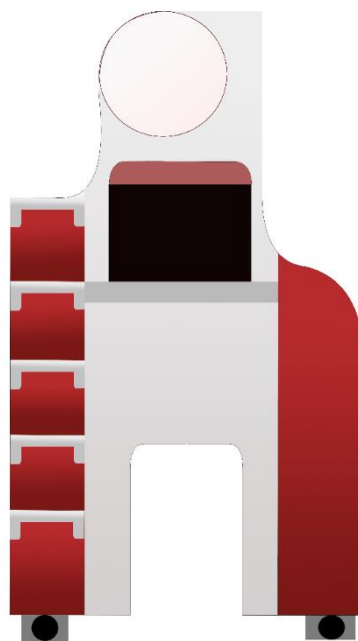
Рис. 5. Второй эскиз

Форма объекта, представленная на рисунке 5, не подразумевает внутренние ящики, так как расположение в нижней части будет затруднено углом наклона и узким расстоянием. Также основа — это симметрия и монументальность конструкции.



Рис. 6. Третий эскиз

Удорожание конструкции, представленной на рисунке 6, произойдет за счет внешней формы объекта. Самая широкая часть создает угол наклона боковой линии, которая затруднит использование пространства под шкафы и размещение устройств. Также форма имеет симметрию, однако за счет изгиба придается динамичность.



### Рис. 7. Четвертый эскиз

В конструкции, представленной на рисунке 7, основой является асимметрия и динамика, которые придают конструкции легкость и движение. В такой конструкции можно добавлять модули разных размеров, которые будут выглядеть общим целым со всей конструкцией. За счет асимметрии — это не будет выглядеть, как отдельная часть, а, наоборот, таким образом и создается асимметричность формы.

В итоге, был выбран последний эскиз, который можно адаптировать под идею модульности, а также в нем присутствуют лаконичность формы, динамика и эффективное использование пространства. Информация сведена в приложение И.

#### **3.1.4. Подробная разработка эскиза**

Основной конструкцией будет являться центральный блок, в который вмонтирован компьютер, выдвижной рабочий стол, реактор, а внутри располагаются силовые приборы и электроника. Доступ к внутренним частям будет осуществляться с задней стороны. На лицевой стороне размещается экран, панель управления и стеклянная часть реактора. Также нужно предусмотреть комфортное рабочее место: выдвижной стол будет фиксироваться в определенном положении, а в нижней части блока для размещения ног есть вырез.

Возможность присоединения модулей осуществляется с боковых сторон центрального блока, таким образом модули влияют на размер установки только по одной оси. Присоединение модулей производится через специальные крепления.

Размер компрессора не подходит для его комплектации в основной корпус в нижней части, а его вес не позволяет разместить в верхней. Поэтому компрессор будет размещен в отдельный модуль. Средние размеры компрессора 580x270x600 мм, а вес 23 кг.

Также в отдельные модули нужно отнести контейнер для откачки газов и модуль с ящиками под инструменты и расходный материал. Ширина

таких модулей будет меняться с шагом 10 см. В случае исходной комплектации модули для компрессора и для газа будут шириной 300 мм, а ширина модуля с ящиками 400 мм. На рисунке 8 представлен финальный, проработанный эскиз установки.

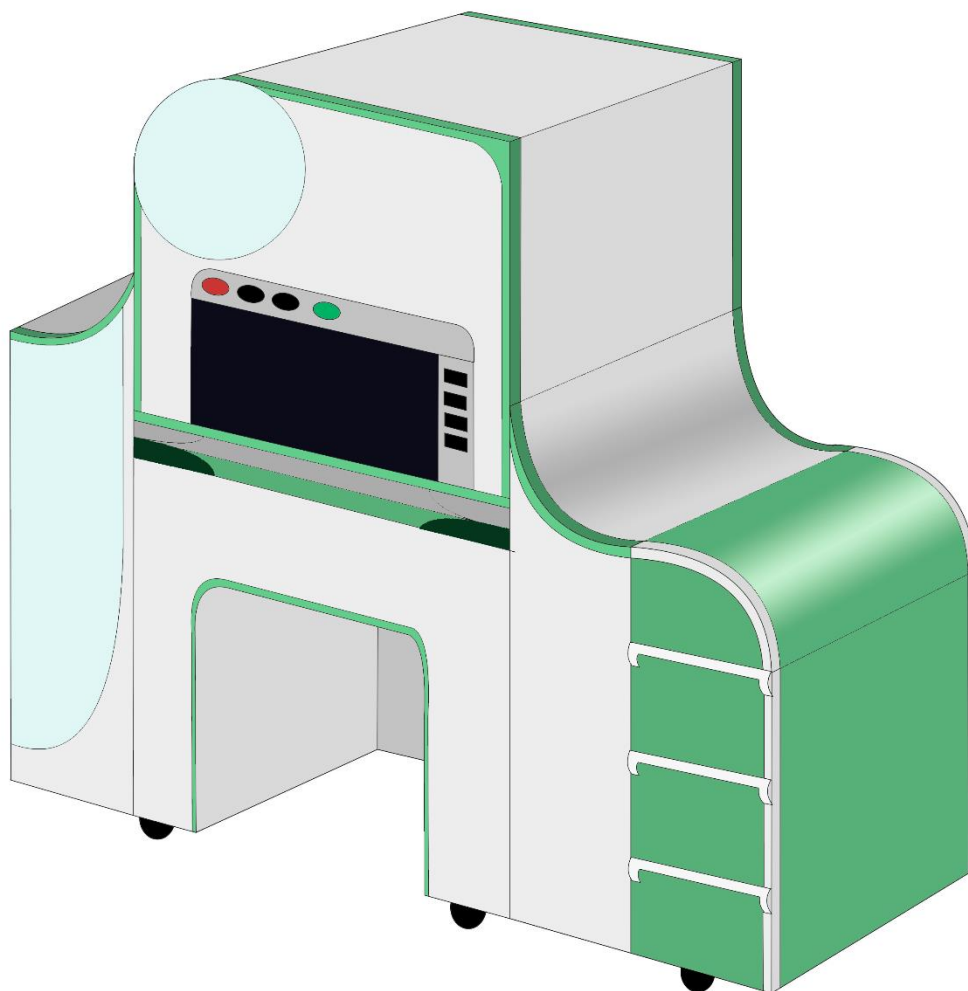


Рис. 8. Финальный эскиз

Таким образом композиционное равновесие такого дизайна устанавливается изгибами формы, а также противоположными по отношению друг к другу углами без скруглений. Декоративным элементом считается линия вдоль края формы, отличающаяся по цвету от корпуса. Реактор занимает половину ширины основного блока, в оставшейся части

можно расположить электронику. Предварительные габаритные размеры представлены на рисунке 9.

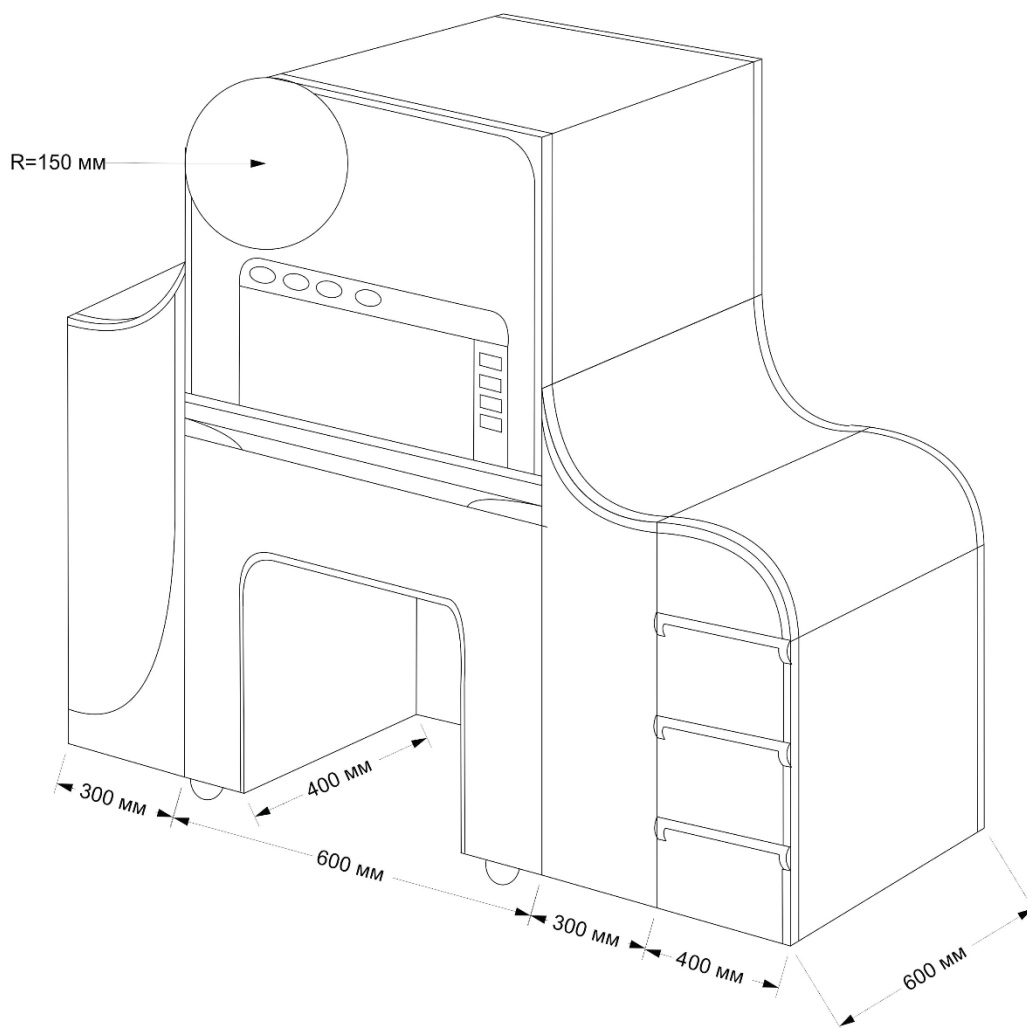


Рис. 9. Предварительные габаритные размеры

Основной доступ к компонентам установки предусмотрен с задней панели, однако для ремонта компьютера нужно также предусмотреть съемную боковую панель. Реактор открывается с лицевой стороны, так как таким образом сохраняется герметичность в закрытом положении. Контейнер для газов будет создан со специальной формой внизу для размещения в нем специальных баллонов, которые будут крепиться к стенке хомутами. Крепления модулей к корпусу и друг к другу держат конструкцию целиком,

однако любой модуль можно легко отсоединить с помощью встроенных ручек с защелками. Итоговые габаритные размеры в приложении Ж и спецификация в приложении И.

### **3.2 Материалы и особенности изготовления элементов установки**

Установка, создающая плазму, имеет несколько частей конструкции, где часть из них должна выдерживать нагрев, обусловленный режимом работы установки, а другие обладать достаточной прочностью для того, чтобы выдержать всю конструкцию. Частями установки являются: основной корпус, реактор и емкости для газов и воздуха.

В связи с этим необходимо подойти к подбору материала корпусов с различных точек зрения, учитывая температурные особенности, расположение силовых и информационных блоков, рабочего места.

Для создания корпуса для вмещения различных электрических частей может применяться обычная сталь, нержавеющая сталь или оцинкованная сталь, остальные виды металлов не распространены или не имеют значительных преимуществ по сравнению с затратами в данном виде конструкций. Для металлической части реактора также применяются данные виды сталей, поэтому анализ характеристик металла будет проводиться для двух частей установки.

Для каркаса корпусов и полок внутри них лучше всего использовать низкоуглеродистую или среднеуглеродистую сталь, так как она обладает достаточной прочностью и хорошей свариваемостью. Сравнивая характеристики различных видов стали наилучшей можно считать легированную сталь марки 18ХГТ. Жаропрочная низколегированная сталь 12МХ обладает меньшей прочностью и в данном случае нет необходимости, так как температурный диапазон работы установки не будет превышать нормы по использованию обычной стали [46,47]. По ценовым и прочностным показателям самым достойным вариантом будет считаться сталь марки 45. На основе анализа материалов, приведенной в главе 1 можно провести

окончательный подбор материалов. В таблице 2 представлены характеристики сталей для корпуса.

Таблица 2. Виды сталей

Марки стали	Пределная прочность на разрыв, МПа	Предел текучести ( $\sigma_{0,2}$ ), МПа	Модуль упругости, МПа	Твердость	Цена за тонну, руб.
Сталь 08	370	175	$2.03 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 131$ МПа	26.000
Сталь 45	470	245	$2 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 170$ МПа	26.000
Сталь Ст0	460	-	-	НВ $10^{-1} = 103-107$ МПа	26.000
Сталь 18ХГТ (легированная)	640	360	$2.11 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 217$ МПа	40000
Сталь 12МХ (жаропрочная низколегированная)	440	235	$2.12 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 156$ МПа	70000

Для части реактора, предназначенной для обзора персоналом, также необходимо выбрать стекло для наблюдения за реакцией и контроля температуры. Стекло должно быть устойчивым к повышению давления и температуры, также обладать стойкостью к возникающим газам и примесям. Для примера были выбраны наиболее известные виды стекла, которые применяются в данном виде промышленности [48]. В таблице 3 представлены характеристики стекла для реактора.

Таблица 3. Виды стекла

Типы стекла	Термическое расширение ( $10^{-7}$ см/см/°С)		Верхний предел рабочей темп. для отожженного стекла (для механических свойств)		Верхний предел рабочей темп. для закаленного стекла (для механических свойств)		Термостойкость, °С	Цена на лист 1600x1200 мм, толщ. 3мм, руб.
	0-300	25 °С, до	Норм. м.	Экстрем.	Норм. экспл.	Экстрем.		



	°С	температура застывания	эксплуатация, °С	эксплуатация, °С	усадка, °С	эксплуатация, °С		
Силикатное	93,5	105	110	460	220	250	16	800
Боросиликатное	55	53	200	460			33	7000
96% Силиката	7,5	5,52	900	1200			220	500 (диаметр 90мм)

Наиболее надежным и прочным является кварцевое стекло с содержанием 96% силиката, однако он обладает высокой стоимостью. Самым распространенным стеклом при создании физических и химических реакторов является боросиликатное. Оно обладает достаточной термостойкостью и механическими характеристиками, поэтому может использоваться при химически-активной среде.

Для обшивки каркаса корпуса и модулей нет необходимости использовать металл, это приведет к утяжелению конструкции и опасности проведения электрического тока от электрических частей конструкции. В качестве вариантов были выбраны основные виды пластика, которые используются при производстве технических деталей и запчастей [49]. Список видов пластика и их свойства представлены в таблице 4.

Таблица 4. Виды пластика

Типы материалов	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Модуль упругости при растяжении, МПа	Предел прочности на растяжение, МПа	Свойства	Цена руб. за 1 кг.
Поликарбонат	1190-1200	2000-2600	-	Трудно воспламеняющийся самозатухающий материал	97
Полипропилен	920	1700	32	Почти не подвергается коррозионному	100

				растрескиванию, обладает хорошей способностью к восстановлению	
Полиамиды	1130	1200-1500	55-77	Жесткие, прочные и при этом эластичные материалы	240
SBS пластик	1050	1586	43	Прочность, пластичность и термостойкость	800
Стеклопластик	1800-1900	вдоль волокон - 1720 поперек волокон - 5500	вдоль волокон - 226,9 поперек волокон - 51,6	Высокие физико-механические показатели	220
Полиуретан	1200	250	45	Более простое производство	500

По итогам анализа был выбран полипропилен для обшивки корпусов и модулей, так как он имеет самые хорошие характеристики по сравнению с другими видами пластика. Также он имеет небольшую цену, что положительно скажется на экономическом показателе [50].

### **3.3 Разработка отдельных частей конструкции**

В разработке единого комплекса нужно детально рассмотреть каждую составляющую в отдельности. В составляющие входят не только основные блоки, а также крепления конструкций, способы открывания дверей и дизайн ручек, соединительные механизмы и варианты внутреннего доступа. Отдельной разработкой является внутренняя организация реактора, а также комплектация силовых и регистрационных блоков внутри установки. За счет съемных панелей соединения кабелями можно производить по любой удобной конфигурации.

#### **3.3.1. Разработка рабочего места**

Так как при работе в лаборатории и на выставках оборудования установка запускается и обслуживается человеком, то аппарат должен быть удобен в эксплуатации. Габаритные размеры рассчитываются из среднего

роста человека и оптимальных размеров для компоновки составляющих [51,52]. А рабочее место из показателей нормы для рабочего стола показано на рисунке 10.



Рис. 10. Эргономика рабочего стола

Для экономии места и удобства эксплуатации рабочее место может быть встроено в саму установку. Из рисунка 10 следует, что для положения сидя, самая удобная высота стола является 736-755 мм, а расположение реактора по высоте для обзора в положениях стоя и сидя будет оптимальной в пределах 1300-1560 мм. При расположении рабочего места на высоте 750 - 800 мм и с учетом экрана компьютера 300 мм и толщины верхней и нижней частей корпуса каждая по 100 мм получаем, что реактор должен быть расположен на высоте 1300 мм. С учетом диаметра реактора в 300 мм получаем общую высоту установки 1600 мм, а центр реактора по высоте (точка обзора за реакцией, протекающей внутри) будет располагаться на расстоянии 1450 мм.

Рабочее пространство состоит из нескольких частей: выдвижного блока, который в задвинутом состоянии находится внутри основного корпуса и компьютер с панелью управления. Компьютер встроен в основной корпус и снаружи виден только экран. Сбоку имеется панель с кнопкой включения/выключения и usb разъемами. С другой стороны расположена панель с кнопкой экстренного отключения установки от питания и кнопкой запуска плазменного процесса. Для удобства работы за компьютером в корпусе разработан специальный вырез, где располагаются ноги оператора. Для того, чтобы узнать какой глубины нужно сделать этот вырез, была рассмотрена средняя длина ног человека и были проведены некоторые расчеты [52]. Графический расчет выреза представлен на рисунке 11.

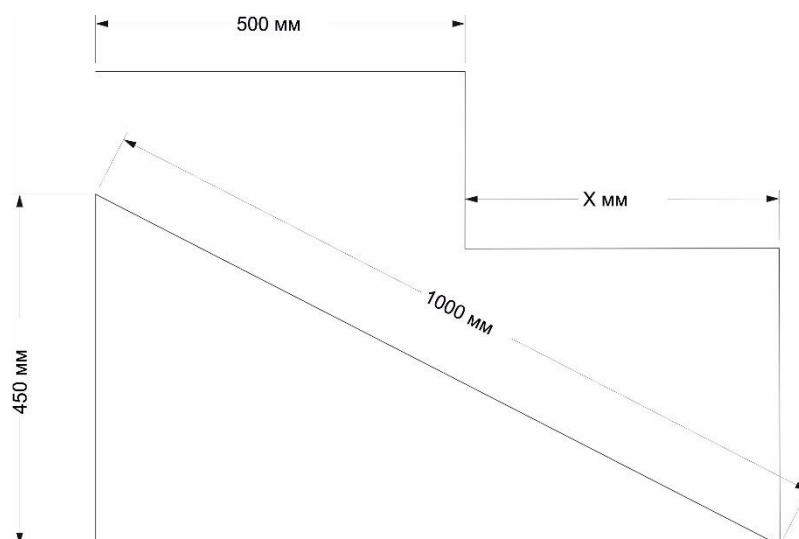


Рис.11. Расчет выреза

Если принять длину ног 1000 мм, глубину стола 500 мм и высоту стула 450 мм, то расчеты принимают вид:

$$500 + X = \sqrt{1000^2 - 450^2}, \quad (1)$$

$$X = 393 \text{ мм}$$

Глубину можно округлить до 400 мм. Таким образом с задней стороны блока остается пространство для функционального элемента или ящика с расходными вещами (рисунок 12).

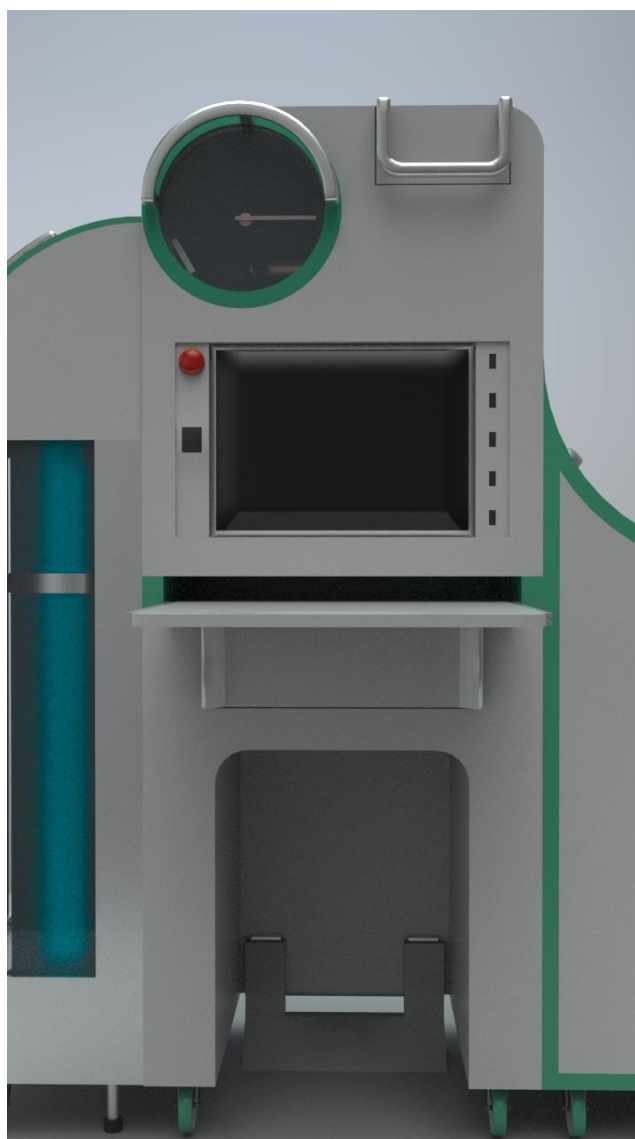


Рис. 12. Дизайн основного блока

### **3.3.2. Антропометрический анализ ручек**

Также следует учесть эргономику при проектировании шкафов и дверок для доступа к внутренним частям установки. Следует учесть размер руки при проектировании рукояток установки, рисунок 13.

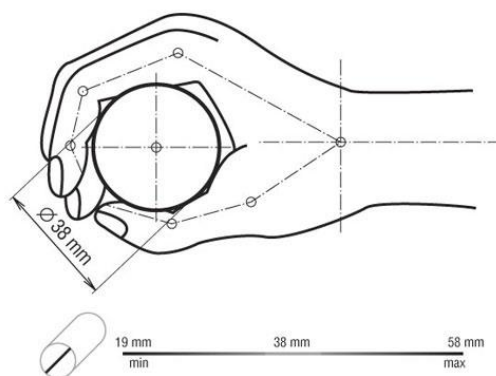


Рис. 13. Эргономика кисти человека

Здесь рассматриваются предельный и минимальный диаметры обхвата ладонью для определения среднего оптимального значения. Данное значение будет комфортно для использования наибольшим числом людей. Предельный диаметр обхвата одной ладонью находится в промежутке от 19 до 58 мм, а оптимальным является 35-38 мм [53].

В данном случае ручки имеют в сечении не круг, а скругленный квадрат шириной 35 мм, что при скруглениях будет также эргономично для использования. Расстояние между ручкой и модулем также равно 35 мм. для комфортного использования. На всех модулях установки рукоятки одинаковы. Материал для ручек – пластик, окрашенный под алюминий, так как использование металла создаст удорожание и утяжеление конструкции, а также будет менее безопасным.

### **3.3.3. Разработка модуля под компрессор и модуля под ящики**

Средние размеры компрессора 580x270x600 мм, а вес 23 кг. В связи с этим есть необходимость в том, чтобы вынести данное устройство в отдельный блок, который будет подключаться к основному корпусу через боковые стенки.

Форма данного блока является составной частью боковой «волны», которую он образует с последующее стоящим модулем под ящики, рисунок 14. Доступ к внутренним частям осуществляется сзади для монтажа оборудования и через боковое отверстие для подключения компрессора к остальным технологическим элементам. Высота данного модуля в наивысшей точке равна 1100 мм, а в низшей 800 мм. Ширина модуля равна 300 м., а глубина является стандартной для всех модулей данной установки и равна 600 мм.

Модуль с ящиками хранения является следующим элементом «волны». Три встроенных ящика выдвигаются за ручки, повторяющих форму скругления разработанного модуля. Основным цветом установки является белый, к которому добавляется зеленый. Цветовая гамма модуля с ящиками была изменена в обратную сторону по отношению к остальным блокам для создания асимметрии в цвете и внесения дополнительных акцентов в композиции. Ручки ящиков повторяют форму скругления, это дает возможность комфортно открывать ящики с различных положений. Также это хорошо взаимодействует с формой объекта и является одним из элементов стилистики установки.

Высота равна 800 мм, ширина 400 мм, глубина 600 мм.



Рис. 14. Модуль под компрессор и модуль с ящиками

Изгиб модуля компрессора предотвращает возможность того, что человек может воспользоваться данной частью конструкции, как подставкой. Так как составляющие установки - это электрические приборы, то взаимодействие, например, с водой приведет к КЗ и выводу оборудования из эксплуатации. Тем самым вариант с «волной» является не просто эстетическим элементом композиции, но также и функциональным.

#### **3.3.4. Разработка крепления модулей**

Для крепления модулей к основному корпусу и друг к другу было решено разработать собственную конструкцию креплений, так как на данный момент нет подходящих для таких целей креплений. Система имеет поворотный механизм, в котором основную функцию выполняют металлические штыри и специальные отверстия для их фиксации. Угол поворота конструкции небольшой, поэтому крепление занимает немного места. Верхний рычаг-ручка после фиксации модуля переводится в



горизонтальное положение вровень с верхней панелью модуля. Рисунок крепления модулей к основному корпусу представлен на рисунке 15.



Рис. 15. Крепления модулей

### 3.3.5. Разработка модуля под газовые баллоны

Модуль состоит из нескольких частей конструкции. Нижняя часть представляет собой металлическую основу с имеющимися в ней специальными отверстиями под баллоны. Баллоны также крепятся в верхней части металлическими хомутами к боковой части основы. Верхняя часть корпуса включает в себя дверки слайдеры, эта часть выполнена из пластика, так как не несет на себе никакой нагрузки. Также верхняя часть имеет скругление, которое было изменено по отношению к финальному эскизу, рисунок 16. Такое решение было принято из-за увеличения объема модуля в следствие изменения типа скругления. В этом случае можно использовать баллоны большего объема. Крепления к основному блоку являются одинаковыми для всех модулей, а подключение баллонов к реактору

производится через шланги, в которые газ попадает через вентиляционные отверстия в реакторе.

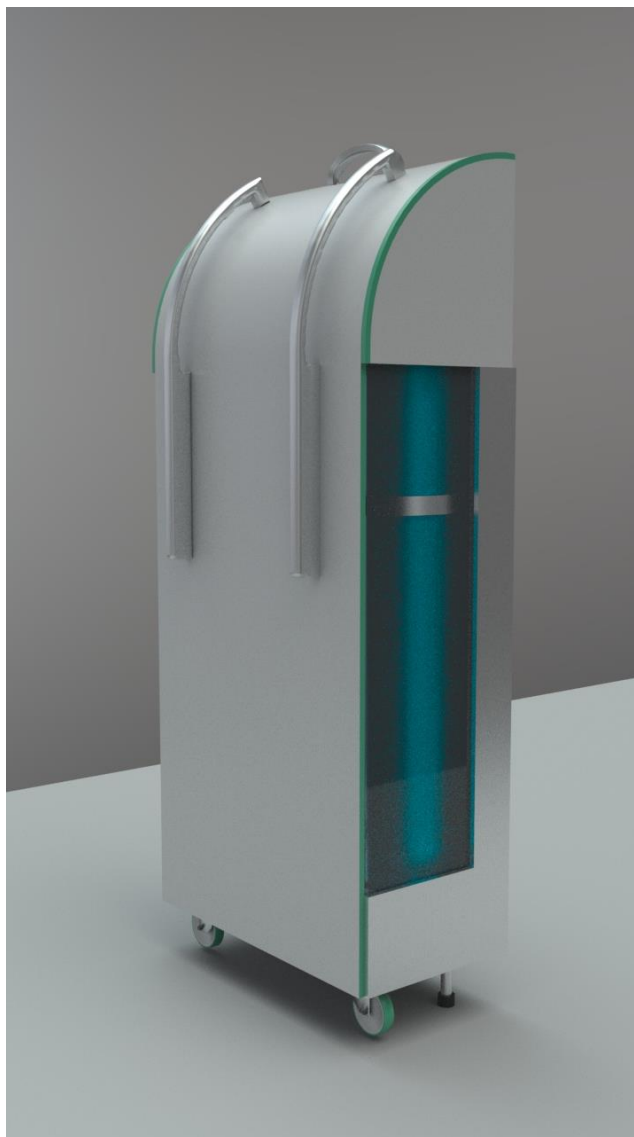


Рис. 16. Модуль под газовые баллоны

Здесь ручки также повторяют форму модуля и имеют округлую форму самого хвата. Диаметр окружности одинаков для ручек всех модулей.

### **3.3.6. Разработка реактора**

Реактор имеет цилиндрическую форму, ось которой расположена горизонтально, рисунок 17. Форма реактора вписана в основной блок и образует скругление. Открывается реактор с лицевой и задней сторон, причем с лицевой имеется специально разработанное устройство для быстрого доступа внутрь реактора. Оно заключается в поворотном механизме, который фиксирует защелки в специальных внутренних зажимах.

Механизм управляется полукруглой ручкой, расположенной на лицевой стороне реактора. Задняя панель реактора также открывается, однако вышеописанный механизм уже не используется, так как задняя панель будет сниматься в редких случаях (генеральная очистка реактора, ремонт внутренних устройств). Здесь используются кольца, которые крепятся к реактору винтами и обеспечивают герметичность. Лицевая сторона реактора имеет стекло для обзора реакции, происходящей внутри.

Внутренние компоненты реактора образуют собой три отдельные части. Первая это широкий электрод, внутрь которого заводится экструдированный пластик. Электрод подключен к экструдеру через металлические соединения, за счет которых он также крепится к стенке реактора. Сам электрод крепится в зажимы. Вторая часть – второй электрод, который имеет маленький радиус и опять же крепится в зажимы. Здесь электрод меняет расстояние по отношению к первому за счет движения привода, к которому он прикреплен с помощью металлических креплений. Третьей частью является пластина с вентиляционными отверстиями. Также имеется воздухоочистительное отверстие, из которого воздух в реактор поступает из компрессора.

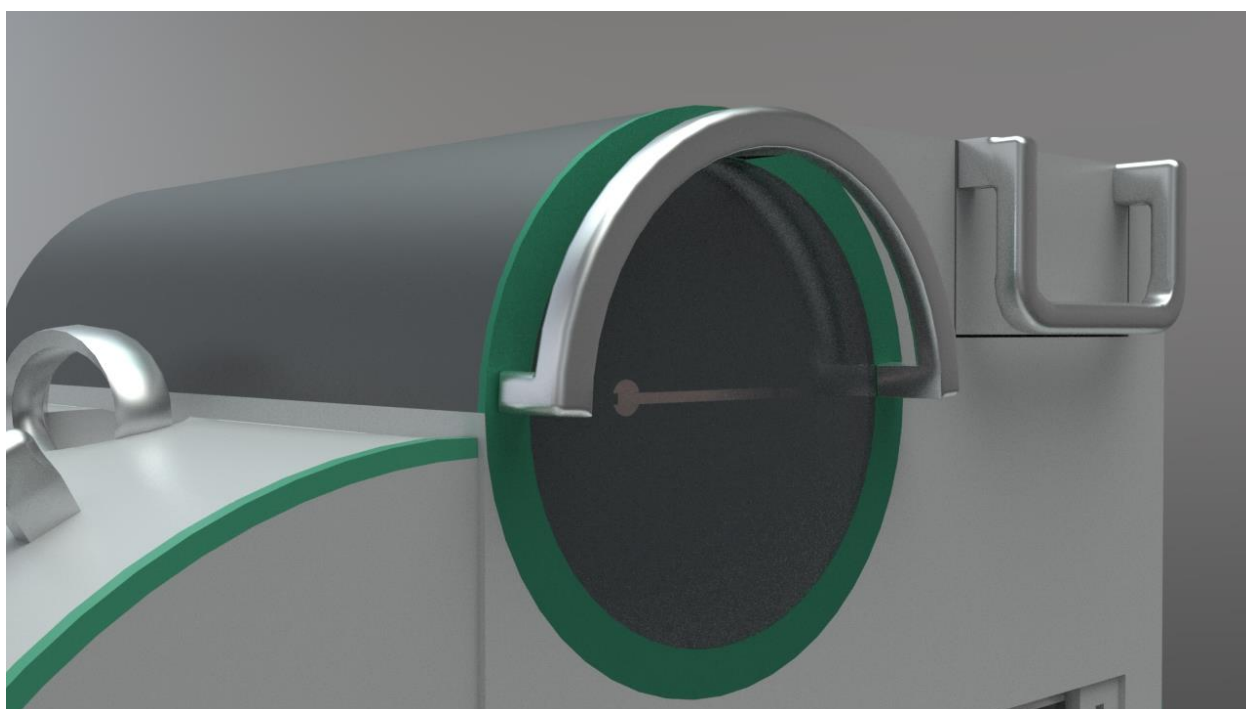


Рис. 17. Реактор

### 3.3.7. Разработка внутренней компоновки блоков

Большинство функциональных блоков расположены в основном модуле за экраном компьютера: выпрямительно-инверторный источник тока, осциллограф, источник бесперебойного питания для осциллографа, фильтры. Все они электрически связаны между собой и другими модулями. Для предотвращения образования узлов и скручиваний между кабелями внутри модулей имеются специальные крепления для фиксации в них кабелей. На высоте реактора располагается экструдер, который одной стороной присоединен к реактору, а другой к специальному окошку, куда вводят рабочий материал (пластик). Компрессор выведен в отдельный модуль.

### 3.3.8. Транспортировка объекта

Для быстрой и удобной транспортировки объекта были выбраны уже разработанные колеса из литого полиуретана с кронштейном из стального листа или нержавеющей стали, рисунок 18. Данный вид является надежным при высоких механических нагрузках, которые в данной разработке обуславливаются весом всей установки.



Рис. 18. Выбранный вариант колес

Кронштейны поворотной и неподвижной пластин сделаны из листа из оцинкованной стали или из нержавеющей стали AISI 304 (вариант исполнения SST), кронштейн предназначен для выдерживания нагрузок до 3000Н. Также имеется тормоз, приводимый в действие с передней стороны,

блокирующий колесо и кронштейн. Оптимизированные размеры и убирающаяся педаль обеспечивают минимальное занимаемое пространство и максимальное удобство приведения в действие. Пружина из закаленной углеродистой стали или из нержавеющей стали (вариант исполнения SST).

Тормоз прост и эффективен в использовании: он приводится в действие и расцепляется простым воздействием сверху вниз на кончик двух отдельных педалей, тем самым обеспечивая максимальное удобство маневрирования. Тормозная эффективность может быть отрегулирована с помощью винта с головкой под торцевой ключ М8 [54].

Для более надежной фиксации установки была разработана опускающаяся подножка, которая также выполняет эргономическую функцию и дополнительные фиксаторы на всех блоках, которые при транспортировке переводятся в вертикальное состояние. Их нижняя часть прорезинена, что обуславливает надежное сцепление с полом (рисунок 19).

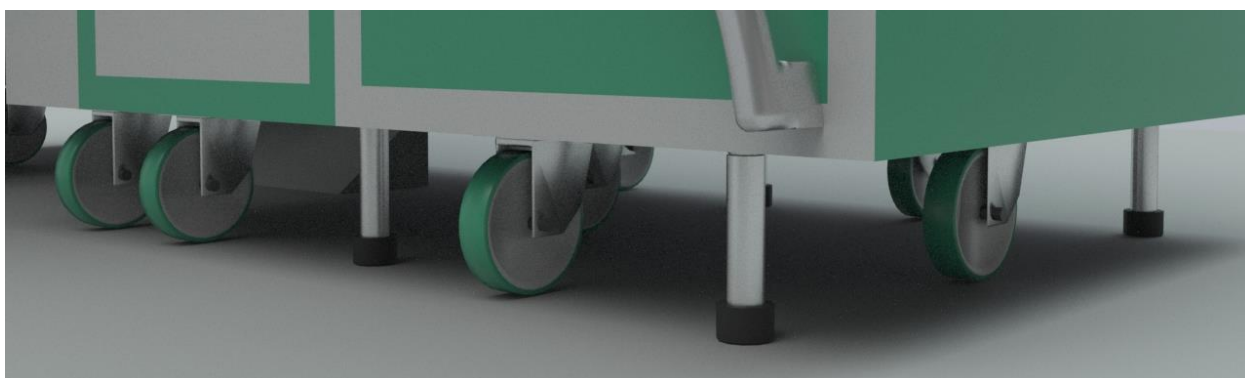


Рис. 19. Фиксаторы положения

### **3.4 Уточнение особенностей выбранного дизайн решения установки**

Задние панели всех модулей и основного корпуса крепятся винтами к каркасу и снимаются в случае необходимости ремонта и замены оборудования. У основного корпуса также снимаются боковые панели для более удобного доступа к компьютеру изнутри.

Цветовое решение для установки было выбрано в цветах: белый-зеленый-серый. Такие цвета лаконично сочетаются друг с другом и являются отсылкой к экологической направленности проекта. Преобладающим цветом является белый, а серый и зеленый являются дополнениями для создания

визуально привлекательного образа. Серый цвет присутствует только в металлических частях конструкции, таких как корпус реактора, ручки, крепления. Зеленый цвет обозначается по большей части в модуле с ящиками, а также линиями в других частях установки.

По итогам проектирования был разработан дизайн-проект установки по переработке полимеров и создана 3D модель. Фотореалистичный рендер можно увидеть на рисунке 20. Конструкция является модульной, легко транспортируемой, эргономичной и учитывает все технические особенности установки.

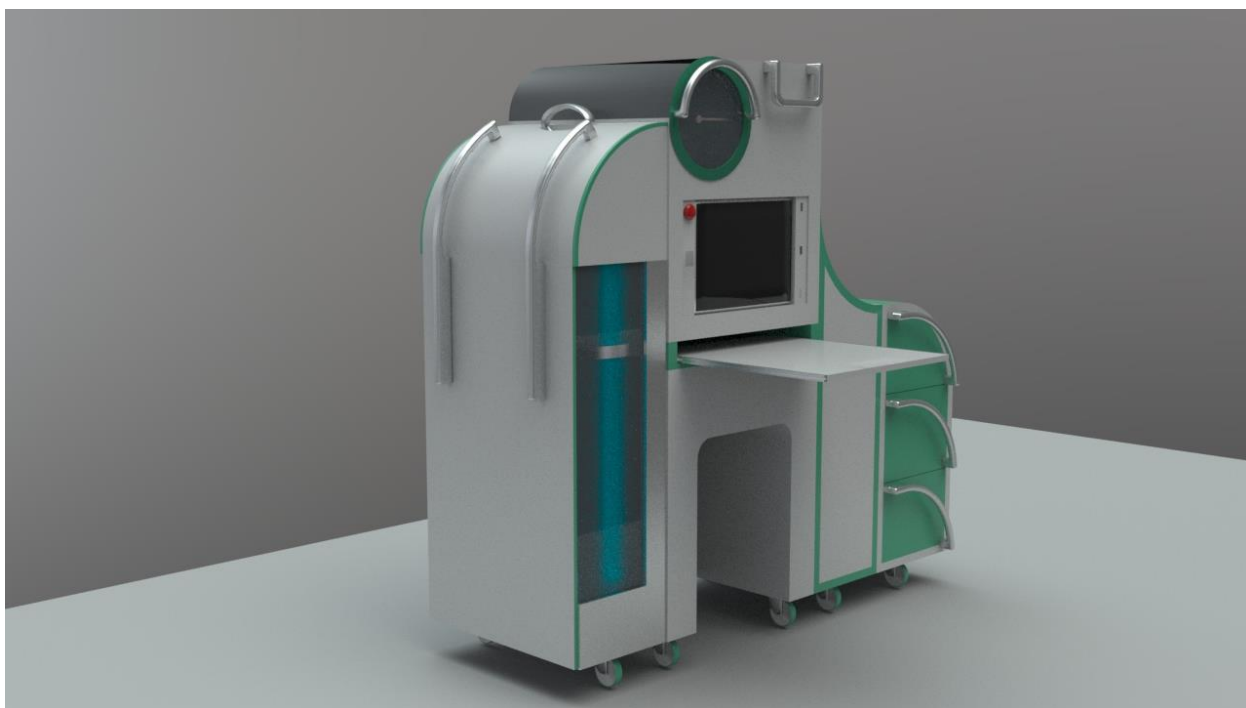


Рис. 20. Дизайн решение установки по переработке полимеров  
Внутреннюю комплектацию можно увидеть на взрыв-схеме в приложении К, итоговый рендер в приложении Л, а взаимодействие людей с установкой в приложении М. Также созданы презентационные планшеты – приложение Н и приложение П.

## **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью раздела является комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов научно-исследовательской работы, что в свою очередь, позволит с помощью традиционных показателей эффективности оценить экономическую целесообразность ее осуществления.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- организация и планирование научно-исследовательских работ;
- оценка ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

### **4.1 Предпроектный анализ**

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Установка по переработке полимеров является лабораторно-выставочной, тем самым отсюда следует, что область ее использования является ограниченной. Потребителями являются университеты и исследовательские центры, на базе которых проводятся в той или иной сферах исследования. Так как установка является модульной, это позволяет адаптировать ее под другую технологию и, следовательно, она может использоваться не только в исследованиях плазменного разложения пластика, но и в других.

В любом случае, основными потребителями продукта являются ученые и исследователи.

#### **4.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Разработку проекта у следует проанализировать с её конкурентно технической стороны. Данный анализ позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Для этого можно было использовать похожий метод анализа технология QuaD, но нам необходима точная техническая и конкурентная оценка продуктов других компаний [55].

В настоящее время существует небольшое количество фирм-изготовителей модульных технических установок. Данная разработка является уникальной и в сфере переработки пластика такие установки обычно имеют большие масштабы и устанавливаются на производствах. Исследовательские центры закупают оборудования для исследования, которое редко можно также использовать на выставках для представления своей технологии [56].

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1. Данные предоставлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>									
1. Представляемые возможности	0,2	4	3	4	4	0,8	0,6	0,8	0,8
2. Безопасность	0,1	4	4	4	4	0,4	0,4	0,4	0,4
3. Эргономичность и мобильность	0,1	5	5	5	5	0,5	0,5	0,5	0,5
4. Внешний дизайн	0,05	5	5	5	4	0,25	0,25	0,25	0,2
5. Простота эксплуатации	0,1	4	4	4	3	0,4	0,4	0,4	0,3
6. Удобный в эксплуатации	0,05	5	5	4	5	0,25	0,25	0,2	0,25
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>									
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	4	5	0,5	0,5	0,4	0,5
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	2	3	4	0,15	0,1	0,15	0,2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	5	4	0,4	0,4	0,5	0,4



4. Цена	0,1	5	5	4	5	0,5	0,5	0,4	0,5
5. Послепродажное обслуживание	0,05	4	2	5	4	0,2	0,1	0,25	0,2
Итого	1	48	44	47	47	4,35	4	4,25	4,25

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_{ic} , \quad (2)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Проведя расчёт оценки конкурентоспособности продуктов, можно сделать вывод что установка по переработке полимеров имеет ряд преимуществ перед конкурентами. Основными показателями конкурентоспособности являются технические, функциональные и эксплуатационные характеристики. Так большое внимание в разработке уделяется дизайну, вместе с тем компактности, мобильности и эргономичности, удобству в эксплуатации [57].

## 4.2 Инициация проекта

### 4.2.1 Цели и результат проекта

В любом проекте есть заинтересованная сторона, будь это заказчик, спонсор или общественная организация. В данном случае заинтересованной стороной является лаборатория по исследованию плазмы, для которых и создается дизайн данного технического объекта. Подробная информация представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Лаборатория по изучению плазмы	Получение проекта дизайна установки для создания прототипа и работы с ним.
Общественность	Возможность внедрения технологии

	в повседневную жизнь людей для повышения экологических показателей.
--	---

Для разработки дизайна установки необходимо поставить цели на исследование и проектирование, а также проанализировать результаты проделанной работы. Данные в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Цели и результаты проекта

Цели проекта	Определить способы формообразования технических объектов и разработать дизайн установки по переработке полимеров.
Ожидаемые результаты проекта	Система, по которой можно разработать дизайн технического объекта. 3D модель лабораторно выставочного образца по переработке полимеров.
Критерии приемки результата проекта	Правильно оформленный отчет, презентационный планшет, анимация объекта.
Требования к результату проекта	Модульность
	Эргономичность
	Экономичность
	Безопасность
	Удобство эксплуатации

#### 4.2.2 Организационная структура проекта

В данном разделе освещается вопрос участников рабочей группы проекта. Также определяется роль каждого из них (таблица 4.4).

Таблица 4.4. Рабочая группа проекта

№	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час
1	Вехтер Е.В., ТПУ, доцент	Руководитель	Координация деятельности по проекту, реализация проекта в пределах ограничений	28
2	Радченко В.Ю., ТПУ, старший преподаватель	Эксперт	Консультация исполнителя по формообразованию	4
3	Сафьянникова В.И., ТПУ, магистрант	Исполнитель	Разработка дизайна объекта, исследование теоретического материала, создание презентационного материала	160
4	Пак А.Я., ТПУ, доцент	Заказчик	Анализ проекта, составление технического задания	6
ИТОГО				198

#### 4.2.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 4.5) [58].

Таблица 4.5. Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	200000 р
Источник финансирования	Средства университета
Сроки проекта:	
1. Дата утверждения плана управления проектом	1.04.2017
2. Дата завершения проекта	1.06.2018

### 4.3. Планирование научно-исследовательских работ

Для успешной реализации проектной деятельности необходимо рационально планировать занятость каждого из участников проекта, а также сроки проведения отдельных работ. Так, в таблице 4.6 приведен полный перечень этапов, с указанием исполнителей и их нагрузки.

#### 4.3.1. Продолжительность этапов работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем и носит вероятностный характер. Так, ожидаемые значения продолжительности работ  $t_{ож}$  были приняты к расчету по следующей формуле:

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \quad (3)$$

где  $t_{min}$  - минимальная продолжительность работы, дн.;

$t_{max}$  - максимальная, продолжительность работы, дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать продолжительность выполнения каждого этапа в рабочих днях ( $T_{РД}$ ).

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (4)$$

где  $t_{ож}$  – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$  – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей;

$K_{Д}$  – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ.

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ( $T_{КД}$ ) ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (5)$$

где  $T_{КД}$  – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$  – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (6)$$

где  $T_{КАЛ}$  – календарные дни ( $T_{КАЛ} = 365$ );

$T_{ВД}$  – выходные дни ( $T_{ВД} = 52$ );

$T_{ПД}$  – праздничные дни ( $T_{ПД} = 10$ ).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205 \quad (7)$$

На основе таблицы 4.6 строится календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности.

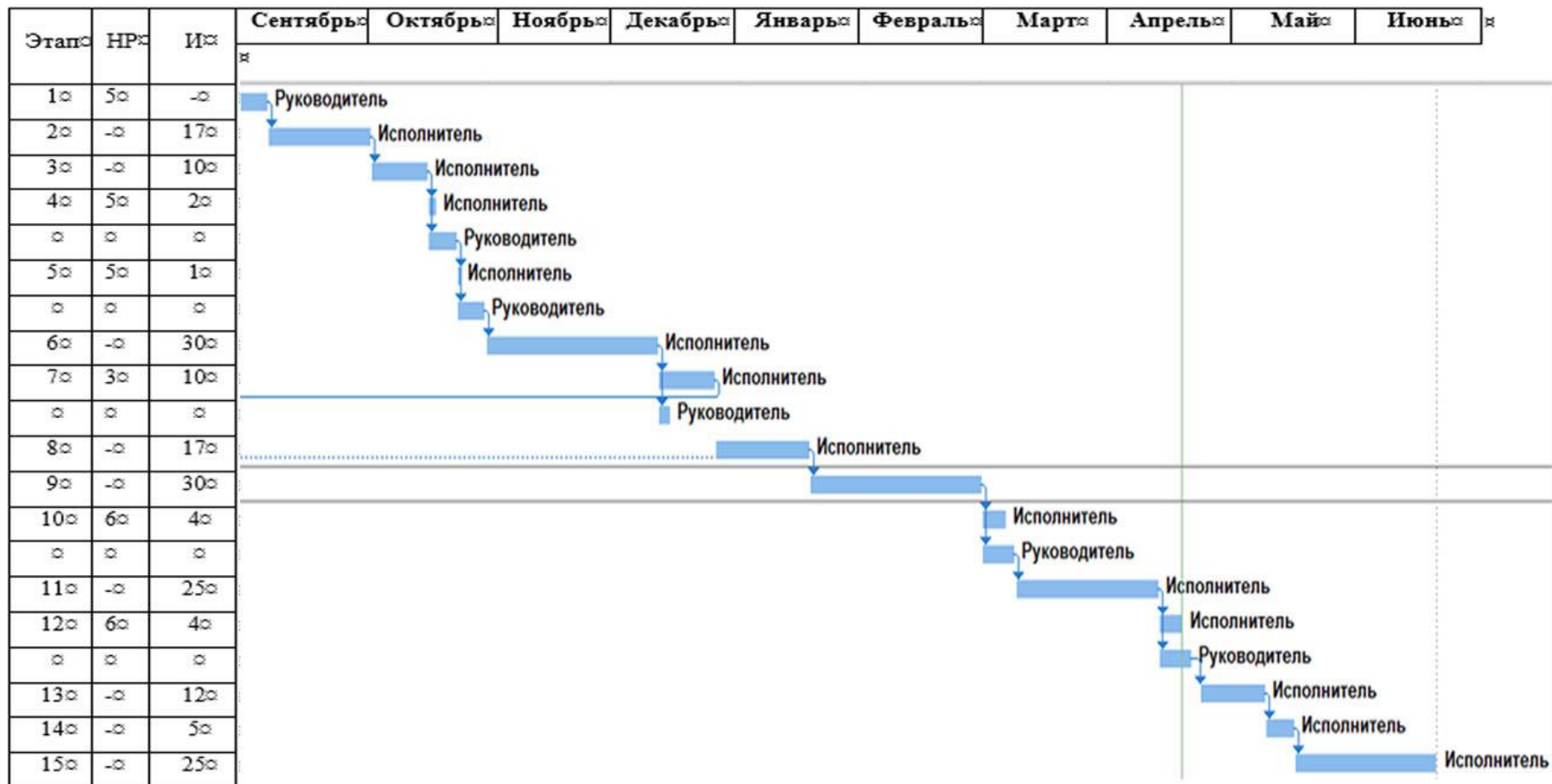
Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания (табл. 4.7) [59].

Таблица 4.6. Трудозатраты на выполнение проекта

Наименование этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
Составление и утверждение технического задания	НР – 100 %	3	5	3,8	3,80	-	5	-
Подбор и изучение материалов по теме	И – 100 %	10	15	12	-	12	-	14
Анализ существующих аналогов	И – 100 %	5	10	7	-	7	-	8
Выбор направления исследований	НР – 100 % И – 30 %	3	5	3,8	3,8	1,14	5	2
Календарное планирование работ	НР – 100 % И – 10 %	3	5	3,8	3,8	0,38	5	1
Проведение теоретического обзора технических характеристик	И – 100 %	15	30	21	-	21	-	25

Разработка способа формообразования	НР – 30 % И – 100 %	5	10	7	2,1	7	3	8	
Расчет конструкции	И – 100 %	10	15	12	-	12	-	14	
Моделирование и формообразование	И – 100 %	15	30	21	-	21	-	25	
Оценка эффективности полученных результатов	НР – 100 % И – 70 %	3	5	3,8	3,8	2,66	5	3	
Разработка принципиальной схемы модели	И – 100 %	15	20	17	-	17	-	20	
Оценка эффективности производства и применения изделия	НР – 100 % И – 70 %	3	5	3,8	3,8	2,66	5	3	
Создание прототипа	И – 100 %	7	10	8,2	-	8,2	-	10	
Испытания образца	И – 100 %	3	5	3,8	-	3,8	-	5	
Составление пояснительной записки и технической документации	И – 100 %	15	20	17	-	17	-	20	
Итого:						21,10	132,84	28	160

Таблица 4.7. Линейный график работ





## 4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

### 4.4.1 Расчеты затрат на материалы

Раздел включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, т.е. приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции.

Таблица 4.8. Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед.,	Кол-во	Сумма, руб.
Бумага для принтера формата А4	200	1 уп.	200
Печать планшетов формата А0	1400	2 шт.	2800
Печать пояснительной записки	1,5	120 л.	180
Диск	15	2 шт.	30
Итого:			3210

### 4.4.2 Расчет заработной платы

Расчет бюджета НТИ сводится к расчету материальных затрат и затрат на заработную плату исполнителей. Исполнителями работ являются научный руководитель – доцент и студент. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Расчет затрат на оплату труда берется по отраслевой системе оплаты труда в ТПУ в соответствии с должностями, где руководитель – доцент, а студент – учебно-вспомогательный персонал.

Среднедневная тарифная заработная плата ( $ZП_{дн-т}$ ) рассчитывается по формуле:

$$ZП_{дн-т} = \frac{M0}{25,17}, \text{ где } 25,17 \text{ – среднее количество рабочих дней} \quad (8)$$

Расчет затрат на полную заработную плату приведен в таблице 4.9. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 4.6.

Таблица 4.9. Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Сред.дневная ставка, руб./ раб.день	Затраты времени, раб.дни	Районный коэффицие	Фонд з/пла руб.
НР	33664	1338	28	1,3	48703,2
И	9489	377,14	160	1,3	78445,12
Итого:					127148,32

#### 4.4.3 Расчет затрат на социальный налог

Обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС) (2,9 %) + ФСС НС (несчастный случай) (0,2 %), Пенсионного фонда (ПФ) (22 %) и медицинского страхования (ФФОМС) (5,1 %) от затрат на оплату труда работников, объединены в форме страховых взносов. Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:  $Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot \text{ФОТ} = 127148,32 \cdot 0,3 = 38144,45$  руб,

где  $k_{\text{внеб}}$  - коэффициент, учитывающий социальные выплаты, равный 0,3 (на основании ФЗ от 24.07.09 №213-ФЗ).

#### 4.4.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot \text{Ц}_{\text{Э}}, \quad (9)$$

где  $P_{\text{об}}$  – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;  $\text{Ц}_{\text{Э}}$  – тариф на 1 кВт·час = 3,25 руб.;  $t_{\text{об}}$  – время работы оборудования, час. Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4.6 из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 ч.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (10)$$

где  $K_t$  – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к  $T_{\text{рд}}$ . Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_C, \quad (11)$$

где  $P_{\text{ном.}}$  – номинальная мощность оборудования, кВт;  $K_C$  – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности.

Таблица 4.10. Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$ ,	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$ , кВт	Затраты $\Delta_{\text{об}}$ , руб.
Персональный компьютер	896	0,3	873,6
Струйный принтер	14,4	0,15	7,02
Итого:			880,62

#### 4.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (12)$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 15% от предыдущих статей. Таким образом, наибольшие накладные расходы равны:

$$Z_{\text{накл}} = 169383,39 \cdot 0,15 = 25407,5 \text{ руб.}$$

#### 4.4.6 Расчет общей себестоимости разработки

После проведения расчетов по всем статьям затрат на разработку, возможно определить общую себестоимость дизайн-проекта установки по переработке полимеров.

Таблица 4.11. Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	Смат	3210

Основная заработная плата	Сзп	127148,32
Отчисления в социальные фон	Ссоц	38144,45
Расходы на электроэнергию	Сэл.	880,62
Накладные расходы	З <sub>накл</sub>	25407,5
Итого:		194790,89

Таким образом, определен бюджет всех затрат на исполнение  $C = 194790,89$  руб. Рассчитанная величина затрат является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции [60].

#### **4.4.7 Определение экономической эффективности разрабатываемого проекта**

Эффективность НИР может быть обоснована выявлением ряда аспектов [61]. В данном случае основными выступают научно-исследовательский и экологические эффекты, ведь проект направлен на изучение процесса разложения пластика под воздействием плазмы. Проект по переработке полимеров разрабатывается группой исследователей ТПУ, экономическая окупаемость проекта пока не определена, так как нет конкретного бизнес плана на будущее. В данном случае эффективность НИР определена рядом аспектов:

1. Научно-исследовательское развитие. Развитие научно-исследовательской области ведет за собой всех остальных сфер: экономической, экологической, социальной. За счет работы с модульной установкой по переработке полимеров исследователи могут изучать процесс возникновения плазмы и ее воздействие на пластик. Такое дизайн решение позволит изменять конструкцию установки и адаптировать ее под другую технологию для изучения иных физических процессов.

2. Экологический фактор. Данная установка нацелена на исследование утилизации пластика и вторичное использование отходов сжигания. Таким образом установка имеет непосредственное отношение к экологии окружающей среды. За счет использования данной технологии

будет возможно утилизировать пластик в бытовых масштабах, а также получать энергию из выделившегося газа и использовать порошок для улучшения качества красок и клея.

#### **4.5 Вывод по разделу**

В разделе были проведены расчеты бюджета на проведение исследования, включая все разделы по отдельности: заработная плата, электроэнергия, материальные затраты, отчисления в социальные фонды, накладные расходы. Такая разработка потребует в сумме 194790,89 рубля. В главе также рассматривались конкурентно-технические решения для определения конкурентоспособности изделия на рынке. Были составлены таблицы занятости исполнителя и научного руководителя, а с учетом этой информации предоставлен наглядный график в виде диаграммы Ганта. Это позволяет оценить занятость разработчиков по этапам в различное время и оптимизировать работу при необходимости.

## 5. Социальная ответственность

### 5.1 Введение

В данном разделе ВКР проведен анализ возможных вредных и опасных факторов, возникающих при работе за компьютером, а также с электрооборудованием и неэлектрическими частями установки по переработке полимеров. Установка является комплексом, включающим в себя рабочее место оператора, герметичный реактор и дополнительные модули. В модули могут укомплектовываться дополнительные электрические устройства или они могут являться самостоятельными неэлектрическими объектами, например, ящики для хранения вещей.

Реактор является герметичным, а производящийся газ и порошок не вредны для здоровья человека. Тем не менее реактор обустроен вентиляцией с отводом газа в баллоны. Все устройства-комплектующие установки проверяются только на электробезопасность в связи с отсутствием других вариантов возникновения ЧС.

Целью настоящего раздела является изучение оптимальных норм, обеспечивающих производственную безопасность, повышение производительности труда сотрудников, сохранение их работоспособности и хорошего самочувствия в течении всего процесса работы, улучшение условий труда и охраны окружающей среды [62].

Пренебрежение правилам безопасности при работе за экраном компьютера угрожает и здоровью, и жизни сотрудника, а использование такой техники, как плазменный реактор и газовые баллоны в производственных помещениях, включает соблюдение ряда дополнительных мер по обеспечению охраны труда.

### 3.5 Производственная безопасность

Таблица 5.1. Опасные и вредные факторы при выполнении экспериментальных работ на установке по переработке полимеров

Источник фактора, наименование	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	

видов работ			
1. Лабораторное помещение; проведение опытов, работа за ПК	Недостаточная освещенность рабочей зоны; Отклонение показателей микроклимата; Повышенный уровень шума на рабочем месте; Повышенный уровень электромагнитных излучений; Возможность утечки газа;	1.Электрически й ток	1. Параметры микроклимата - СанПиН 2.2.4-548-96; 3.Электромагнитные излучения - СанПиН 2.2.4.3359-16, СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96; 4.Освещенность - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03; 5. Уровень шума – ГОСТ 12.1.003–83.

### 3.5.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Важную роль при создании благоприятных условий труда, для работающих с ПЭВМ, в частности, играет правильная организация световой среды (а именно, обеспечение оптимальной концентрации естественного и искусственного света). Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата (определяет зрительную работоспособность), на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 при работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещение, т.е. помимо общеравномерного освещения, установка светильников местного освещения [63].

Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхности экрана. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Освещенность в зоне просмотра документов должна быть в диапазоне 300-

500 лк, а при работе исключительно с экраном – 200 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера. Важна отражающая блескость рабочих поверхностей (экран, стол, клавиатура и т.д.). Блескость уменьшается за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м<sup>2</sup>. Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70 [64].

Плоскостью нормирования КЕО (коэффициента естественной освещенности) для рабочих помещений, является горизонтальная рабочая плоскость с высотой 0,8 м над полом. КЕО при верхнем или комбинированном естественном освещении должен составлять 3%, при боковом освещении – 1%. Для совместного освещения эти параметры, соответственно, - 1,8 и 0,6 %.

Коэффициент пульсации освещенности (Кп) не должен превышать 15% (для искусственного освещения).

### **3.5.2 Отклонение показателей микроклимата.**

Микроклимат различных производственных помещений зависит от колебаний внешних метеорологических условий, времени дня, года, особенностей производственного процесса и систем отопления и вентиляции. В зависимости от производственных условий, наибольшее влияние оказывают либо отдельные элементы микроклимата, либо их комплекс, которые могут вызывать изменения в терморегуляции организма и состоянии здоровья работающих.

Основная роль в теплообменных процессах у человека принадлежит физиологическим механизмам регуляции отдачи тепла. В обычных климатических условиях теплоотдача осуществляется в основном за счет излучения, примерно, 45% всей удаляемой организмом теплоты, конвекции



(30%) и испарения (25%). В условиях повышенной температуры среды теплопотери уменьшаются за счет конвекции и излучения, но увеличиваются за счет испарения. При температуре воздуха, равной температуре тела, теплоотдача за счет излучения и конвекции практически исчезает, и единственным путем теплоотдачи становится испарение пота. Низкая температура и усиление подвижности воздуха способствуют увеличению теплопотерь конвекцией и испарением. Значительная выраженность отдельных факторов микроклимата на производстве может быть причиной физиологических сдвигов в организме рабочих, а в ряде случаев возможно возникновение патологических состояний и профессиональных заболеваний.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата.

Требования к микроклимату на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ, согласно [65, 66], определяется согласно ГОСТ 12.1.005-88 [67]. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в соответствии с временем года и категорией работ, приведены в Таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оптимальные и допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °C		Относительная влажность воздуха, %		Температура окружающего воздуха, °C	Скорость движения воздуха, м/с	
		Оптимальная	Допустимая	Оптимальная	Допустимая, не более		Оптимальная, не более	Допустимая
Холод	Категория	22-24	21-	40-60	75	21-25	0,1	Не

ный	рия 1а		25					боле е 0,1
Тепл ый	Катего рия 1а	20-22	22- 28	40-60	55 (при 28°С)	22-26	0,1	0,1... 0,2

В зимнее время в помещении должна действовать система отопления, спроектированная и функционирующая согласно СНиП 41-01-2003 [68]. Она обеспечивает достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В соответствии с характеристикой помещения расход свежего воздуха, должен быть обеспечен согласно Таблице 5.3.

Таблица 5.3 – нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение свежего воздуха, м <sup>3</sup> /на одного человека в час
Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20 - 40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20
Более 40 м <sup>3</sup> на человека	Естественная вентиляция

Для подачи в помещение воздуха должны использоваться системы механической вентиляции и кондиционирования, а также естественная вентиляция.

### 3.5.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Под влиянием шума наступают изменения в органах зрения человека (снижается устойчивость ясного видения и острота зрения, изменяется чувствительность к разным цветам и др.) и вестибулярном аппарате; нарушаются функции желудочно-кишечного тракта; повышается внутричерепное давление и т.п. Шум, особенно прерывистый, импульсный, ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего происходит снижение производительности труда,

увеличивается количество брака, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев [69].

Согласно ГОСТ 12.1.003–83, допустимые нормы шума на рабочем месте оператора не должен превышать 50 дБА.

Таблица 5.4 – нормы допустимых уровней шума

Помещения	Уровни звукового давления L (эквивалентные уровни звукового давления $L_{\text{ЭКВ}}$ ) в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами в Гц								Уровни звука $L_A$ и эквивалентные уровни звука $L_{A\text{ЭКВ}}$ в дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций и научно-исследовательских институтов	71	61	54	49	45	42	40	38	

Для снижения уровня шума в помещениях, оборудованных ПЭВМ и сопутствующим оборудованием, машины устанавливают на специальные фундаменты, с использованием амортизирующих прокладок, предусмотренные нормативными документами. Так же нормирование уровня шума обеспечивается предпочтением малошумного оборудования [70].

### 3.5.4 Повышенный уровень электромагнитных излучений

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ на организм человека, наблюдаются нарушения сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. А

переход ЭМП в теплую энергию вызывает повышение температуры тела человека, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток.

Предельно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте в течение всей смены устанавливается равным 15 кВ/м (СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах») [71]. Для пользователей ПЭВМ допустимая напряжённость ЭСП определяется согласно ГОСТ Р 50948-2001 через электростатический потенциал экрана дисплея, который не должен превышать 500 В. При этом на расстоянии 0,5 м от экрана регистрируется напряжённость ЭСП 25 В/м, а в месте нахождения пользователя она значительно меньше [72].

Согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 выделяют следующие средства защиты от ЭМП:

- организационные мероприятия: рациональное использование оборудования, исключающее нахождение персонала в зоне действия ЭМП вовремя, не предусмотренное для работы за ПЭВМ;
- инженерно-технические мероприятия: правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников;
- лечебно-профилактические мероприятия: периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала;
- средства индивидуальной защиты: очки для работы за компьютером.

### **3.5.5 Возможность утечки газа**

Частью установки по переработке полимеров будут газовые баллоны для откачки газа из реактора. Газ не является ядовитым, однако во избежание ЧС необходимо учесть надежную эксплуатацию баллонов и их хранение.

Все баллоны должны быть произведены и протестированы в соответствии с ГОСТ 949-73. Также важными являются условия использования баллонов:

- При необходимости оборудования постоянного рабочего места, оборудованного баллонами с газами в составе установки должно быть не больше двух баллонов (рабочий + резерв) на расстоянии: не меньше 1м – от любых отопительных приборов, не меньше 5м – от источников открытого пламени.
- Баллоны с СУГ должны быть защищены от прямых солнечных лучей.
- При временном использовании баллонов с газами в течение рабочего дня (смены) запрещено устанавливать их на путях эвакуации, перемещения грузов, проезда автотранспорта [73].

### **3.6 Экологическая безопасность**

Устаревшее оборудование в обязательном порядке подвержено утилизации. Утилизация осуществляется разборкой на фракции: металлы, пластмассы, провода, стекло. Переработка промышленных отходов производится на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями СНиП 2.01.28-85 и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений.

Установка является устройством для переработки пластика. Отходы от разложения пластика плазмой: газовые и порошковые, в последствии можно вторично использовать. Газы используются для получения энергии и тепла, а порошок добавляется в краски и клеи для улучшения их свойств.

#### **3.6.1 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Наиболее вероятные чрезвычайную ситуацию можно выделить пожар и стихийные явления. Для того чтобы предотвратить возникновения ЧС по причине человеческого фактора, следует соблюдать технику безопасности при работе за ЭВМ. Если ЧС произошла, следует придерживаться требований безопасности в аварийных ситуациях.

#### **3.6.2 Пожарная безопасность.**

Согласно ФЗ РФ № 123-ФЗ «Технический регламент к пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г., статья 32 о классификации зданий,

сооружений и пожарных отсеков по функциональной пожарной опасности, лаборатория по исследованию плазмы относится к классу Ф4.2 – здания образовательных организаций высшего образования, организаций дополнительного профессионального образования [74].

Возможные причины пожара: перегрузка в электросети, короткое замыкание, разрушение изоляции проводников. Класс помещения по пожарной опасности относится к П-Па, так как в этом помещении идет обработка информации с помощью ЭВМ [75].

Для предотвращения возникновения пожара необходимо предусмотреть меры пожарной профилактики: соблюдение противопожарных требований при проектировании и эксплуатации систем вентиляции согласно СНиП 41-03-2003; соблюдение условий пожарной безопасности электроустановок согласно ПУЭ — 2002; наличие средств оповещения:

- пожарные извещатели (линейные, тепловые, дымовые и т.д.);
- автоматические установки пожаротушения (газовые централизованного и модульного типа, углекислотные);
- инструкции по мерам противопожарной безопасности (план эвакуации людей и технических средств).

Для улучшения условий пожарной безопасности в помещениях с ПЭВМ устанавливают пол из негорючих материалов, технологически съемный. Вся бумага и ленты хранятся в специальном металлическом шкафу. В наличии так же обязательны два углекислотных огнетушителя типа ОУ-5, два дымовых датчика.

В случае возникновения пожара, все работники дисплейных залов должны знать порядок действия персонала при пожаре:

- при возникновении пожара немедленно сообщить в пожарную часть по телефону 01;
- по возможности обесточить помещения;
- принять все зависящие меры по эвакуации людей;

- эвакуированных людей направлять в безопасные помещения;
- убедившись, что все люди эвакуированы, покинуть опасную зону и действовать по указанию начальника или пожарников;
- по возможности приступить к тушению пожара с помощью огнетушителей, внутренних пожарных кранов и других подручных средств;
- если ликвидировать очаг горения своими силами невозможно, то следует выйти из помещения, закрыв за собой дверь, не запирая ее на замок;
- в задымленном помещении следует соблюдать меры безопасности (дышать через влажную ткань, прикрыв ею нос и рот);
- во избежание отравления дымом необходимо открыть окна в комнате;
- приступить к эвакуации имущества [76,77].

Обязательным условием введения в эксплуатацию любого вида помещений, является наличие плана эвакуации при ЧС.

Назначение плана эвакуации:

- четко обозначить пути эвакуации, эвакуационные выходы, обеспечивающие безопасность процесса организованного самостоятельного движения людей наружу из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара, без учета применяемых в них средств пожаротушения и защиты от дыма;
- указать расположение пожарного оборудования и средств оповещения о пожаре;
- напомнить о первоочередных действиях, которые необходимо предпринять каждому человеку, обнаружившему начавшийся пожар.

Создание планов эвакуации регламентируется ГОСТ Р 12.2.143-2009 (с изменениями №1 от 2012 года).

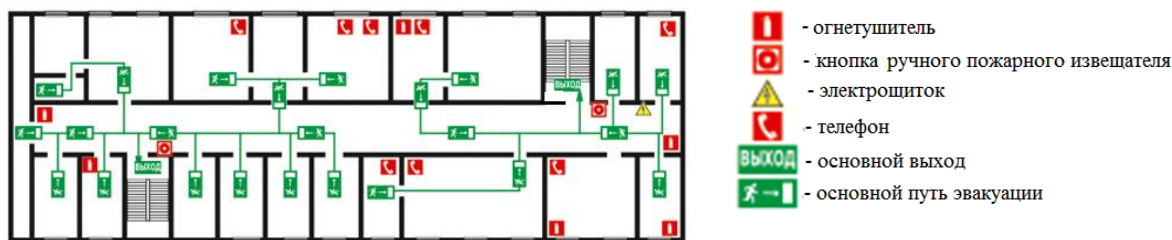


Рис. – 21, План эвакуации людей при пожаре и других ЧС

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м [78]. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

### **3.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

#### **5.4.1 Требования к оборудованию рабочих мест**

Требования к оборудованию рабочих мест для взрослых пользователей, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, следующие:

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм. Модульными размерами рабочей поверхности стола для ПЭВМ, на основании которых должны рассчитываться конструктивные размеры, следует считать: ширину 800, 1000, 1200 и 1400 мм, глубину 800 и 1000 мм при нерегулируемой его высоте, равной 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Конструкция рабочего стула должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм; поверхность сиденья с закругленным



передним краем; регулировку высоты поверхности сиденья в пределах 400 - 550 мм и углов наклона вперед до 15° и назад до 5°; высоту опорной поверхности спинки  $300 \pm 20$  мм, ширину - не менее 380 мм и радиус кривизны горизонтальной плоскости - 400 мм; угол наклона спинки в вертикальной плоскости в пределах  $\pm 30^\circ$ ; регулировку расстояния спинки от переднего края сиденья в пределах 260 - 400 мм; стационарные или съемные подлокотники длиной не менее 250 мм и шириной - 50 - 70 мм; регулировку подлокотников по высоте над сиденьем в пределах  $230 \pm 30$  мм и внутреннего расстояния между подлокотниками в пределах 350 - 500 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину – не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20°. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы [79].

#### **5.4.2 Общие требования к технике безопасности при работе с ПЭВМ**

Сотрудники, работающие непосредственно с ПЭВМ, должны соблюдать требования инструкции по технике безопасности, разработанную на основе СанПин 2.2.2/2.4.1340-03 (с изменениями на 21 июня 2016 года). Работник несет личную ответственность за несоблюдение правил безопасности своего труда, а также за создание опасного или вредного производственного фактора для других сотрудников и поломку компьютера.

Режим труда и отдыха при работе с персональной электро-вычислительной машиной организуются в зависимости от категории деятельности. Для рассматриваемого вида нагрузки – творческой деятельности в режиме диалога – предусмотрена категория В. Именно эта

группа характеризуется наиболее сильным общим утомлением оператора. Работа с компьютерной графикой представляет собой наибольшую нагрузку на зрение, особенно если экран небольшой и плотность деталей на нем высокая. Установлены так же три категории (I, II, III) тяжести и напряженности работы к ПЭВМ. Работа в течении полного рабочего дня относится к категории III.

Таким образом, уровень нагрузки за смену, для установленной группы и категории, должен составлять до 6ч. А суммарное время регламентированных перерывов – 90 мин (СанПин 2.2.2/2.4.1340-03).

Для сотрудников, работающих с ПЭВМ, предусмотрен особый режим труда и отдыха: через каждые 45-60 мин интенсивной работы необходим перерыв 10-15 мин. Для повышения эффективности рабочих перерывов, необходимо делать производственную гимнастику. Производственная гимнастика должна включать комплекс упражнений, направленных на восполнение дефицита двигательной активности, снятие напряжения мышц шеи, спины, снижение утомления зрения. Гимнастика проводится 1-2 раза в смену в течении 5-7 минут. Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов [80].

## Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации были проработаны следующие этапы:

- аналитический обзор;
- исследовательская часть;
- практическая часть;
- 3D модели объекта;
- финансовый менеджмент;
- социальная ответственность;

Диссертация включает в себя разные области знаний и подводит итоговое комбинированное решение к процессу дизайн-проектирования. Данное решение было разработано в исследовательской части с последующим применением в практической. Достижение цели осуществлялось последовательной реализацией задач.

В связи с поставленными задачами на исследование были рассмотрены подходы к проектированию, а также методы формообразования. В результате анализа были выявлены необходимые этапы для собственной стратегии проектирования дизайн-объекта. Основными ограничениями для дизайн-проекта являлись критерии, полученные на основе анализа технологии, аналогов, принципа работы устройства и его дальнейших перспектив. Также определились особенности конструкции и возможные проблемы на этапе проектирования, которые в последствии решались в проектной части.

На проектирование также ставились определенные задачи. Были изучены характеристики формы и применены при разработке эскизов, из которых выбрался один для дальнейшей проработки. Большинство компонентов установки по переработке полимеров создавались в программе по 3D моделированию отдельно, а затем

получали единую сборку. Проработаны вопросы эргономики и логистики в компоновке частей установки. Также были подобраны оптимальные материалы для разных частей установки. В результате был получен единый комплекс для работы над утилизацией полимеров и пластиковых отходов, который является модульной структурой, может расширяться в зависимости от технологического развития и удобства эксплуатации.

Итоговые практические результаты работы:

- Разработана стратегия создания оболочки технологического объекта.
- Создан концепт установки по переработке полимеров.
- Разработаны трехмерные модели объекта.
- Выполнены габаритно-компоновочные чертежи.
- Выполнена эргономическая схема.
- Выполнена взрыв схема.
- Создана визуализация трехмерной модели.

### Список публикаций

1. Сафьянникова В. И., Макиенко М. А., Вехтер Е. В. «Инженерия и дизайн в обществе будущего»// Вестник науки Сибири. — 2017. — № 2 (25). — [С. 36-44]. [Электронный ресурс] режим доступа - <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/43245>
2. Сафьянникова В. И., Вехтер Е. В.; науч. рук. Е. В. Вехтер, Проблемы выбора материала при проектировании дизайн оболочки плазменной установки // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 04-07 декабря 2017 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — [С. 343-344]. [Электронный ресурс], режим доступа - <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/46485>

## Список литературы

1. Pak, A. Ya. Producing of Aluminum Boride in Plasma of HighCurrentImpulse Arc Discharge [Электронный ресурс] / A. Ya. Pak, K. N. Shatrova, N. E. Aktaev // Journal of Superhard Materials. — 2017. — Vol. 39, iss. 4. — [P. 226-229]. —режим доступа: <https://doi.org/10.3103/S1063457617040025>
2. Болотникова, О. А. Получение ультрадисперсных материалов на основе графита в плазме дуги постоянного тока [Электронный ресурс] / О. А. Болотникова, А. Я. Пак // Тинчуринские чтения : материалы докладов XII Международной молодежной научной конференции, г. Казань, 26-28 апреля 2017 г.в 3 т. Казанский государственный энергетический университет. — 2017. — Т. 1. — [С. 257-258]. режим доступа: <http://kgeu.ru/Home/Page/122?idShablonMenu=562>
3. Сафьянникова, В. И. Инженерия и дизайн в обществе будущего [Электронный ресурс] / В. И. Сафьянникова, М. А. Макиенко, Е. В. Вехтер // Вестник науки Сибири. — 2017. — № 2 (25). — [С. 36-44]. режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/43245>
4. Шпара, П.Е. Техническая эстетика и основы художественного конструирования/ П.Е. Шпара, И.П. Шпара - Киев, Выща школа, 1989.
5. Ivshin, K.S. What product can be considered "beautiful"? / Ivshin K.S., A.V. Russkikh // Collection of scientific papers: "Project-technological and socio-economic aspects of modern production", Issue 2 - Ekaterinburg-Izhevsk, 2004. - P. 86-87.
6. Быстрова, Т.Ю. Вещь. Форма. Стиль. Введение в философию дизайна / Т.Ю. Быстрова - Екатеринбург, 2001. - 286 с.
7. Лазарев, Е. Н. Бионика и художественное конструирование / Е. Н. Лазарев - Л.: ЛДНТП, 1971. 32 с.
8. Рунге, В.Ф. Основы теории и методологии дизайна / В.Ф. Рунге - МЗ-Пресс -С, 2003. — 253 с.

9. Грашин, А. А. Методология дизайн-проектирования элементов предметной среды. Дизайн унифицированных и агрегатированных объектов: учебное пособие для вузов / А. А. Грашин - Москва: Архитектура-С, 2004.
10. Жак, С.В. Отв. ред. А.М. Дризо. Оптимизация проектных решений в машиностроении: Методология, модели, программы/ С. В. Жак - Ростов н/Д: Изд-во Рост, ун-та, 1982. - 167 с.
11. Коновалов, А. А. Логика изобретения/ А. А. Коновалов. - Ижевск: Удмуртия, 1990, - 128 с.
12. Джонс, Дж. К. Методы проектирования/ Дж. К. Джонс. - Москва: Мир, 1986. — 326 с.
13. Carnot, S, Design and construction: a systematic approach/ S. Carnot, V. Thomson-Kelvin. Trans. From Polish. - Moscow: Mir, 1981. - 456
14. Magazine - Omsk scientific bulletin "CRITERIA AND PRINCIPLES OF HUMANITARIAN EXPERTISE O1991F DESIGN PROJECTS" Issue № 5 (122) /2013.
15. Glukhova, L.M. The organization of production and management / L.M. Glukhova, I.N. Efimov, T.N. Ivanova And others. the head of the team of authors is Academician of the Academy of Economic Sciences of Ukraine, Doctor of Economics, Professor Revenko NF. - Izhevsk: publishing house 000 "ORION-PLUS", 2001.-481 p.
16. Glazychev, V.L. Problems of design / V.L. Glazychev - AN RF Publisher: Architecture-S Editor Vyacheslav Glazychev. Москва, Издательство "Искусство", 1970.
17. Kukhta, M.S.. Industrial design: a textbook / M. S. Kukhta, V.I. Kumanin, M.L. Sokolova et al; Ed. I.V. Golubyatnikova, M.S. Kukhty; - Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2013. - 312 p.
18. Михайлов, С.М. История дизайна. Том 2. Дизайн индустриального и постиндустриального общества./ С.М. Михайлов - Союз дизайнеров России. Москва. 2002.

19. Ковешникова, Н.А. Дизайн. История и теория/ Н.А. Ковешникова - М.: Омега-Л, 2009. — 224 с.
20. Danilyak, V.I. Ergodizayn, quality, competitiveness / V.I. Danilyak, V.M. Munipov, M.V. Fedorov - М.: Publishing house of standards, 1990. - 217 p.
21. Norman, D. A. Dizajn privychnykh veschej [Design of everyday things] / D. A. Norman. – Moscow: Mann, Ivanov and Ferber, 2013. – 272p.
22. Pankina, M. V. The evolution of design development: cultural research / M. V. Pankina Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy akademii kulturni I iskusstv.UDK 745/749, 2014 / 2 (38) [Электронный ресурс] режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/evolyutsiya-printsipov-dizayn-proektirovaniya-kulturologicheskij-analiz>
23. Российский рынок экологических услуг: проблемы и перспективы, [Электронный ресурс] режим доступа: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/1761-rossijskij-rynok-ekologicheskikh-uslug-problemy-i-perspektivy> – Заглавие с экрана.
24. Plasma Waste-to-Energy System - PyroGenesis Video [Электронный ресурс] режим доступа: <https://www.environmental-expert.com/videos/plasma-waste-to-energy-system-pyrogenesis-video-503545>– Заглавие с экрана.
25. Плазменная переработка бытовых отходов в Израиле [Электронный ресурс] режим доступа: <http://roshlam.ru/news/africa/plazmennaya-pererabotka-bitovih-othodov-v-izraile>– Заглавие с экрана.
26. Мобильные установки плазменной газификации и уничтожения отходов PLAZARIUM MGS [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.plazarium.com/ru/developments/plasma-gasification-units/plazarium-mgs/>– Заглавие с экрана.
27. Установка "Плутон": плазменно-пиролитическая переработка твердых РАО [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru/technology/39770>– Заглавие с экрана.



28. Технология плазменной газификации Westinghouse Plasma Corporation [Электронный ресурс] режим доступа: [http://www.cleandex.ru/articles/2016/03/07/zavody\\_po\\_pererabotke\\_othodov\\_proizvodstva\\_i\\_potrebleniya\\_v\\_elektroenergiyu](http://www.cleandex.ru/articles/2016/03/07/zavody_po_pererabotke_othodov_proizvodstva_i_potrebleniya_v_elektroenergiyu)– Заглавие с экрана.

29. Переработка отходов и мусора — основное направление экологии в борьбе за чистоту планеты [Электронный ресурс] режим доступа: <http://greenologia.ru/othody/utilizaciya-i-pererabotka/problema-sovremennosti.html>– Заглавие с экрана.

30. FUBAG IR 200 [Электронный ресурс] режим доступа: [https://fubag.ru/catalog/svarochnye-inventory-serii-ir/fubag-invertor-svarochnyu-ir-200-/-](https://fubag.ru/catalog/svarochnye-inventory-serii-ir/fubag-invertor-svarochnyu-ir-200-/) Заглавие с экрана.

31. Работа с осциллографом [Электронный ресурс] режим доступа: <http://www.electroclub.info/article/oscillograf.htm>– Заглавие с экрана.

32. Источники бесперебойного питания – разновидности и принципы [Электронный ресурс] режим доступа: <https://samelectric.ru/powersupply/istochniki-besperebojnogo-pitaniya.html>– Заглавие с экрана.

33. Экструдеры: назначение, устройство, комплектация [Электронный ресурс] режим доступа: <http://poly-prom.ru/polezno/opisanie-ekstrudеров>– Заглавие с экрана.

34. Минервин, Г.Б. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г.Б. Минервин, В.Т. Шимко, А.В. Ефимов и др. – М.: Архитектура – С, 2004, С. 190

35. Михайлов, С.М. Основы дизайна / С.М. Михайлов, Л.М. Кулеева, Новое Знание. Казань. 1999, 240 с

36. Быстрова, Т.Ю. Философские проблемы творчества в искусстве и дизайне: учеб. пособие / Т.Ю. Быстрова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007, С.142

37. Глазычев, В.Г. О дизайне. / В.Г. Глазычев. – М.: Искусство, 1970, С.27

38. Базилевский, А.А., Технология и формообразование в проектной культуре дизайна / А.А.Базилевский.- Москва, 2006
39. Федорова, Т.Ю., Экспериментальное формообразование в дизайне / Т.Ю. Федорова.- Москва,2011
40. Бондарев, Ю.И., Степанова-Третьякова Н.С., Формообразование как основа дисциплин «Дизайн-проектирование» и «Рисунок», / Ю.И. Бондарев, Н.С. Степанова.- Третьякова Наука. Искусство. Культура. Выпуск 4 (12) 2016
41. Ившин, К.С. особенности дизайн-проектирования наземных транспортных роботов, транспорт / К.С. Ившин, Е.В. Антипина - Транспортные сооружения. Экология № 2, 2016
42. , Проблема выбора методов формообразования в дизайне / И.А. Прокопьева.- Архитектон: известия вузов №38, 2012
43. Михеева, М.М. Основы системного дизайна, методическое указание / М.М. Михеева.- Москва:МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010 г.-59с.
44. Методика художественного конструирования. – М.: ВНИИТЭ, 1978. – 336 с.
45. Сомов, Ю.С. Композиция в технике / Ю.С. Сомов М.: Машиностроение, 1987. — 288 с.
46. Вшивков, А.С. «Применение композитных материалов в технологии устройства буронабивных свай в обсадных трубах» / А.С. Вшивков, Т.М. Бочкарева //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 69–75.
47. Болдырев, А.В. Оптимизация распределения материала в комбинированных авиационных конструкциях / А.В. Болдырев: Дис. канд. техн. наук : 05.07.02 : Самара, 2005 157 с.
48. Виды и свойства стекла [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.dia-m.ru/page.php?pageid=33699>– Заглавие с экрана.

49. Свойства полипропилена - Журнал «Полимерные материалы» [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.polymerbranch.com/catalogp/view/3.html&viewinfo=2>– Заглавие с экрана.

50. Сафьянникова, В. И. Проблемы выбора материала при проектировании дизайн оболочки плазменной установки [Электронный ресурс], / В. И. Сафьянникова, Е. В. Вехтер; науч. рук. Е. В. Вехтер, // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 04-07 декабря 2017 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2017. — [С. 343-344]. режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/46485>

51. Правила эргономики рабочего места, [Электронный ресурс], режим доступа: <http://www.sintex-mebel.ru/office/articles/ergonomics-rules/>– Заглавие с экрана.

52. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования

53. Фех, А.И. Эргономика – учебное пособие / Фех А.И.- Томск: Изд-во Томского Политехнического университета, 2014. – 119 с.

54. Колеса из литого полиуретана, [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.elesa-ganter.ru/>– Заглавие с экрана.

55. Конотопский, В.Ю. Методические указания к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» магистерской диссертации для всех специальностей ИК ТПУ / В.Ю. Конотопский; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 29 с.

56. Кузьмина, Е.А. Методы поиска новых идей и решений / Е.А. Кузьмина, А.М. Кузьмин.- "Методы менеджмента качества" №1 2003 г.

57. Руководство к своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК), 4-е издание, 2008 г.

58. Мазур, И.И. Управление проектами: Учебное пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро, Н.Г. Ольдерогге. – М.: Омега-Л, 2004. – 664 с.
59. Кузьмина, Е.А. Функционально-стоимостный анализ. Экскурс в историю / Е.А. Кузьмина, А.М. Кузьмин. "Методы менеджмента качества" №7 2002 г
60. Основы функционально-стоимостного анализа: Учебное пособие / Под ред. М.Г. Карпунина и Б.И. Майданчика. - М.: Энергия, 1980. - 175 с.
61. Попова, С.Н. Управление проектами. Часть I: учебное пособие / С.Н. Попова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 121 с.
62. Крепша, Н.В. Безопасность жизнедеятельности: Учебно-методическое пособие / Н.В. Крепша, Ю.Ф. Свиридов. - Томск: Изд-во ТПУ, 2003. - 145 с;
63. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003;
64. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение (с Изменением N 1);
65. ГОСТ 50948-96 Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.;
66. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
67. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1);
68. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование;
69. Куликов Г.Б. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: Учебник / Г.Б. Куликов; Моск. гос. ун-т печати. Москва: МГУП, 2010. 408 с.

70. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. 1988;
71. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»);
72. ГОСТ Р 50948-2001, Средства отображения информации индивидуального пользования, общие эргономические требования и требования безопасности;
73. СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 «Физические факторы производственной среды»М.: Минздрав России, 2003;
74. ФЗ РФ № 123-ФЗ «Технический регламент к пожарной безопасности» от 22 июля 2008 г., статья 32;
75. СанПиН РФ 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»;
76. СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
77. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7;
78. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учеб. Пособие для вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 447с.
79. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
80. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Раздел магистерской диссертации на иностранном языке

Автореферат

Особенности формообразования модульной конструкции лабораторно-выставочного образца установки по переработке полимеров

Студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ДМ61	Сафьянникова Виктория Игоревна		

Консультант школы ИШИТР отделения (ОАР)

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Вехтер Е.В.	к.п.н.		

Консультант – лингвист отделения (ОИЯ) школы ШБИП:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОИЯ	Диденко А.В.	к.ф.н.		

## **Introduction**

It is important for a designer to maintain a balance between the geometric shape of created design and the technological component of an object. Searching for such form requires large amount of time and a lot of efforts. In addition, a design project must be competitive, efficient, economical and ergonomic.

The connection of design with other fields of science is very important at the stage of object development. To create the optimal construction and design of the device, it is necessary to make research in marketing, management, economics, and sociology. Also, in the case of developing a design project for technical devices, a designer must understand fundamentals of mechanics, electronics, and materials science. This knowledge helps to adapt to changes in technologies, socio-cultural changes of the society, as well as to new structures and researches. Development of a polymers recycling installation for laboratories and exhibitions must take into account all the characteristics above, since it simultaneously performs an important technical role, and will also interact directly with people.

### **Relevance of the research**

Nowadays, the issue of environmental problems is especially acute around the world. Design of the installation is aimed at improving environmental situation, it allows utilization of polymers even in domestic conditions. The developed design of the installation is technological, modular, ergonomic, which makes it possible to adapt the shape of the object to a new technology, as well as it is efficient in usage in laboratories and in exhibition conditions.

### **The purpose of the thesis**

The purpose of this project is to reveal features of the object and design criteria that affect the design process and on their basis to investigate the options for shaping the shell of the installation, the aim of which is recycling of plastic waste with the possibility of obtaining powdered carbon and gases. As a result, the design of the laboratory and exhibition experimental complex will be developed.

### **The object of design**

The object of design is a laboratory-exhibition installation for recycling polymers.

The purpose of the research

The purpose of the research is to analyze interaction of the form with technical characteristics and construction, as well as to identify features of creating a new design.

The object of the research

The objects are features of shaping of a technical device for recycling polymers.

The subject of the research

The subject of the study is the impact of technical aspects on the shape, modularity, transportability, unification of the installation.

The purpose of a scientific and technical product

Plasma laboratory-experimental installation is designed for utilization of plastic waste and production of powdered carbon and gases. Current research focuses on creating the device only for laboratories and exhibitions, it is focused on making possible changes in design and technology. This installation later can be used in everyday life, on oil or gas fields, in small towns where waste removal is difficult.

The scientific novelty

Scientific novelty is in the modularity of the installation, which allows to expand and modernize the technology of the device without disrupting composition of the external enclosure. The complex approach to the formation and technical characteristics of the object allows to obtain a unique and ergonomic shell.

Practical significance

The practical significance of results: determination of design formation methods and, on the basis of this, development of a polymer recycling installation design and its 3D model.



## **Technical overview and operating principles**

The technical part of the polymer recycling installation consists of several power and registration blocks, as well as relays, filters, starters and control elements. The design includes: a unit with electrical devices, a reactor and an operator's workplace.

The operation of the installation requires voltage of 220V, also a single design with the connection of the reactor to power and registration parts. For the safe operation of the power unit and the oscilloscope, it is necessary to create logistics in wires in order to avoid their damage by hulls themselves or by human. It is necessary to access internal parts from the rear of the unit (grounding, setting of equipment parameters, power supply connection), as well as with one of side parts (for replacement and repair of equipment, connection of additional electronics, adjustment of components). Access to the adjustment of blocks must be closed after working with the installation.

Reliability of the process of occurrence of plasma and splitting of plastic is conditioned by the presence of a reactor that shields a person from plasma, temperature and waste. It is necessary to access inside the reactor to clean it and change electrodes.

Repair and replacement of parts is easy to manage, since the system is modular and any part can be disconnected from the rest and be sent for repair. Storage and transportation of the installation is convenient, it will have wheels, as well as clamps for secure attachment to the floor or a wall. Also the system is collapsible and can be transported separately.

Maintenance of the installation is performed by an operator from the control panel and the computer, the panel also has an emergency shutdown button. Marking is necessary for the reactor, it will warn about the possibility of the reaction within, therefore, heating and gas evolution. Electrical protection will be provided through the grounding of the shell.

The arc burning temperature is 1200-2000 oC. However, this temperature is at one point, since the length of the plasma arc is small. Due to the air in the

reactor, the temperature decreases rapidly, and the air is blown by the compressor. The maximum temperature of heating the reactor vessel is 40-50 ° C for a prolonged operation of the plasma arc. When the power is turned on for short time, the case can only be heated few degrees up.

### **Statement of tasks for the research**

The development of a unique product always includes the study of methods of composition and shaping. Due to the fact that such studies are unique depending on a purpose of the product and the way it is used, it is necessary to develop the own research and design strategy. Earlier, a general analysis of the initial information and analogues has already been carried out, but methods of shaping technical devices and methods for their designing will be considered below. Therefore, following research tasks are proposed:

- To investigate methods of shaping.
- To consider the design method in detail for the set goals.
- To combine necessary aspects of methods to develop the own design strategy.
- To identify criteria and limitations for the design.
- To identify design features that affect the design process.
- To list possible problems for the design phase.

### **Design system approach**

The polymer recycling installation is a big technical complex in which several diverse objects are connected one to another by electrical networks. The design of each of these modules must be developed separately and subsequently represent a single modular structure. For this type of device, the most rational for design is the system approach. Based on it, the structure of the polymer recycling installation will be developed.

The system approach is the approach in which any system (object) is considered as a set of interrelated elements (components) that has a connection with the external environment and has a feedback. According to the theory of systems, each object in the process of its investigation should be considered as a

large and complex system and, simultaneously, as an element of a more general system [1].

In accordance with the system approach, it is necessary to:

- identify main components that affect problems;
- establish (find) links between them;
- determine the degree of their mutual influence;
- outline the possible number of areas in which these problems can be solved;
- Develop criteria for selection of directions;
- identify the most perspective areas;
- build a priority strategy.

### **Methods of shaping**

Shaping methods should also be taken into account in the design process. The main methods are: engineering, art, and scientific. All of them have different approaches, their pros and cons. To develop the own method, there is a need to select certain features of each of them and include in the system design process [2].

- engineering methods of shaping

Advantages- the existence of a rigid algorithm for project activities, unconditional implementation of the utilitarian function, accounting for production opportunities;

Disadvantages - the aesthetic expressiveness of an object is only a passing product of form-building, a narrow specialization.

- artistic methods of shaping

Advantages - unconditional aesthetic expressiveness and richness of form;

Disadvantages - abstraction from the production system, there is no algorithm for project activity.

- scientific methods of shaping

Advantages - the consistency and complexity of solving problems of shaping, the possibility of automation and optimization;

Disadvantages - high labor intensity, lack of a project concept [3].

From the technical form-building, this is a consideration of technical specifics of design of an object, its functionality, constructiveness and manufacturability. Aspects of artistic formation take into account aesthetic expressiveness and richness of form. The scientific method of shaping is the most suitable, since it includes the complexity of solving problems, the possibility of optimization, which are key indicators in design of a polymer recycling installation. However, in opposite to the scientific method of form-building, this research should have a result in a final design concept.

Thus, following stages of the project development can be singled out:

- Studying the technology and operating principle of the device.
- Analyze existing analogues.
- Identify the main criteria and constraints for development.
- Identification of important design features.
- Development of technical structure and the way of interaction of all technical devices with each other.
- Study of the possibilities of shaping in terms of artistic composition.
- Adapt the form to constructive solutions.
- Analysis of modularity and variability of the form in case of addition of other modules [4].

### **Design criteria and objectives**

The polymer recycling installation is a complex technical device, which consists of several separate parts. All parts are electrically connected and constitute a single structure. Such object has a lot of technical parameters that describe the characteristic of work of the installation, processes that occur inside, and criteria for developing a design project.

Such criteria can be determined by several components:

Economic efficiency

- Rational selection of materials and components
- Optimization of space and materials
- Ability to upgrade the installation without changing the body

### Technological level

- Internal organization of components
- Visual presentation of research results
- Automatic control of the origin of plasma
- Access to components of the installation for repair and replacement
- Possibility of automatic gas evacuation from the reactor

### Serviceability

- Effective control panel
- Ergonomic operator seat
- Compactness
- Convenience of transportation
- Ease of installation / dismantling
- Marking of potentially dangerous objects

### Appearance of the installation

- Correspondence to optimal sizes based on economic characteristics
- The unity of style
- Ergonomic shape of an integral object and its components
- Arrangement of installation parts in case of convenience and external

perception

- Access options to internal components

To create an object shape that will take into account all the characteristics above, there is a need to place all the components conveniently for using. All objects should be divided into subgroups to create separate modules for them, which in the complex will form a single installation.

### **Statement of design problems**

Designing industrial installation is a difficult task in terms of creating an ergonomic and laconic design and preserving the technical part of the device. Since the installation is a laboratory and exhibition prototype it is necessary to take into account that there will be an opportunity in the development of technology, hence

additional blocks and electronics will be added. It also requires an easy access to the internal construction for debugging and tuning of devices.

According to this, tasks for designing might be evaluated.

- Make a preliminary selection of materials.
- Analyze the complete set of devices and the possibility of introduction of the workplace into the installation.
- Carry out an ergonomic analysis.
- Develop a common concept.
- Consider the process of shaping of the each part of the installation separately.
- Identify the optimal materials for different parts of the complex.
- Create a single complex, which is distinguished by reliability, modularity and a competitive design, taking into account the requirements above.

### **Design process**

The main block will be the central unit, in which a computer, a pull-out work table, a reactor are mounted, and inside there are power devices and electronics. Access to the internal parts will be from the back side. On the front side there is a screen, a control panel and a glass part of the reactor. Also there is a need to provide a comfortable work place: the pull-out table will be fixed in a certain position, and at the bottom of the block there is a notch for legs.

Modules could be connected from sides of the central unit, so modules affect the installation size only at one axis. The modules are connected via special fasteners.

Based on the criteria, requirements and wishes for the design development, a sketch of the installation was developed, on the basis of which a 3D model will be created.

On the sketch the basis is asymmetry and dynamics, which make the structure lighter and moving. In this design, there is a possibility to add modules of different sizes that will look like a unit with the whole structure.

Thus, the compositional equilibrium of such design is established by the shape bends, as well as by corners that are opposite to each other. A decorative element is a line along the edge of the shape, which is different in color from the body. The reactor takes half the width of the main unit, the rest can be used for electronics.

The main access to components is from the back side, however, to repair the computer, there is a need to provide a removable side panel. The reactor opens from the front side, since in this way the tightness is maintained in the closed position. The container for gases will be created with a special shape for placement of special cylinders in it, which will be fixed to the wall with clamps. Mounts of modules keep the whole construction fixed together, but any module can be easily detached by handles with snaps.

In the development of a single complex, each component must be examined in details. The components include not only main blocks, but also the fastening of the structures, ways of opening the doors and design of handles, connecting mechanisms and options for internal access. Separate development is the internal organization of the reactor, as well as integration of power and registration blocks inside the installation. Due to removable panels, cable connections can be made by any convenient configuration.

The design of the main unit does not differ from the one previously developed in the sketch, since the configuration is convenient and functional. Only the opening part was added to access the extruder, where plastic will be put.

Modules for the compressor and boxes also remain unchanged. The shape of the block for the compressor is an integral part of the lateral "wave", which is formed with the subsequent module for boxes. Access to internal parts is carried out from back for mounting the equipment and through the side for connecting the compressor to the rest of the technological elements.

The module with storage boxes is the next element of the "wave". Three built-in drawers could be opened with handles, which repeat the rounding shape of the developed module. The color scheme was changed in the opposite direction to

the rest of the blocks to create an asymmetry in color and to introduce additional accents in the composition. Handles of boxes repeat the rounding shape, this makes it possible to comfortably open boxes from different positions. It also interacts well with the shape of the object and is one of the elements of the stylistics of the installation.

In modules for gas cylinders, the upper part has a rounding, which has been changed in the final sketch. This decision was made because of the increase in volume of the module due to the change in the type of fillet. In this case, there can be used larger cylinders. The module consists of several parts of the structure. The lower part is a metal base with special holes for cylinders. Cylinders are also fastened in the upper part with metal clips to the side of the base. The upper part of the body includes door sliders, this part is made of plastic, since it carries no load.

For fast and convenient transportation of the object, developed cast-polyurethane wheels with a bracket made of steel sheet or stainless steel were chosen. This type is reliable at high mechanical loads, which in this design are determined by the weight of the entire installation.

The rear panels of all modules and the main body are screwed up to the frame and can be removed in case of need of repair and replacement of equipment. The main body also has removing side panels for more convenient access to the computer from the inside.

The color solution for the installation was chosen in colors: white-green-gray. Such colors are combined with each other and combine the environmental orientation of the project. The predominant color is white, gray and green are additions to create visually appealing image. Gray color is presented only in metal parts of the structure, such as the reactor vessel, handles, mountings. Green color is indicated for the most in a module with boxes, as well as lines in other parts of the installation.

### **Conclusion**

Based on the results of the study of design approaches and methods of shaping, a structure for designing the shell of a laboratory-exhibition sample of a



polymers recycling installation was developed. This approach to design allows to take into account all the features of technology, design variability and ergonomics shaping. As a result of design, a design project of a polymers recycling installation was developed and a 3D model was created. The design is modular, easily transportable, ergonomic and implies logistics in technical components of the project.

### **References**

[1] Mikheyeva, M.M. Fundamentals of system design, methodical direction / M.M. Mikheyeva, Moscow: MSTU. N.E. Bauman, 2010-59 p.

[2] Minervin, G.B. The design. Illustrated dictionary-directory / G.B. Minervin, V.T. Shimko, A.V. Efimov et al. - Moscow: Architecture - S, 2004, P. 190

[3] Prokopyeva, I.A. The Problem of Choosing Methods of Formation in Design / I.A. Prokopyeva, Architecton: News of Higher Educational Institutions No.38, 2012

[4] Technique of artistic design. - M. : VNIITE, 1978. - 336 p.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Аналоги технологии

Мобильные  
установки  
плазменного  
уничтожения  
отходов  
PLAZARIUM  
MGS

Предназначены для экологически и энергетически эффективной переработки углеродсодержащих отходов при отсутствии свободного кислорода в условиях воздействия экстремально высокой температуры в плазменной струе (~5000 °C), которая обеспечивает разрушение всех входящих в состав отходов компонентов с полной степенью деструкции в синтез-газ (смесь монооксида углерода (CO) и водорода (H<sub>2</sub>)). Установка уничтожения отходов одновременно с мобильностью, предполагает ее модульное исполнение, как по всей технологической схеме, так и по отдельным элементам. Это позволяет на одной фундаментальной базе, в качестве которой используется 20/30/40-футовый транспортный морской контейнер, компоновать различные варианты технологической схемы для переработки широкого спектра органических и неорганических отходов.



Установка "Плутон": плазменно-пиролитическая переработка твердых РАО

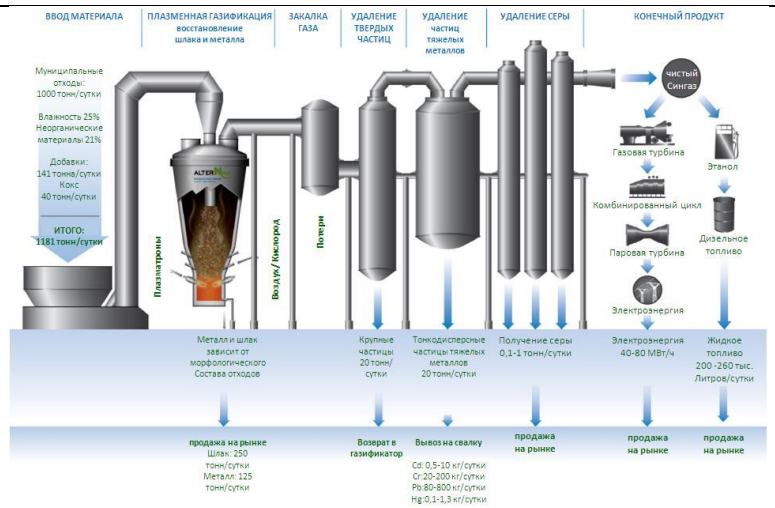
Стеклоподобный конечный продукт, плавленный шлак, пригоден для захоронения или длительного хранения на полигоне кондиционированных радиоактивных отходов.

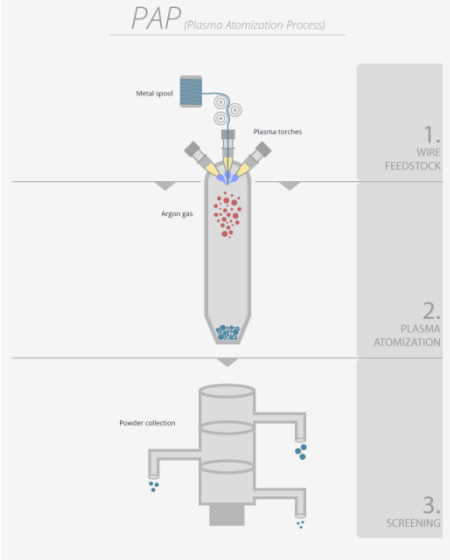


Технология плазменной газификации WPC

Неорганические вещества выводятся у основания газификатора в виде инертного шлака, который охлаждается и превращается в неопасный невыщелачиваемый продукт, который можно продавать как наполнитель для строительного материала.

Совокупная энергия, извлеченная из исходного сырья, переработанного газификатором, составляет примерно 80%.



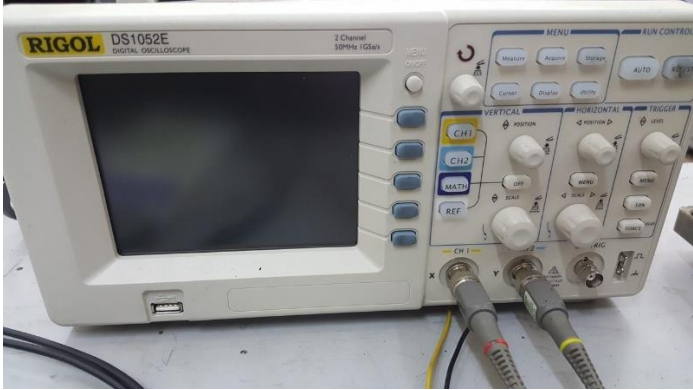
<p>PyroGenesis Canada Inc.</p>	<p>Объем от 1 до 100 метрических тонн в день на модуль. Обработывает большое количество отходов (твердые бытовые, опасные, биомедицинские и т. Д.), превращая их в электричество, пар, горячую воду и / или жидкое топливо. Неорганические отходы преобразуются в инертный, нетоксичный стекловидный шлак, строительный материал для строительства. Надежность, простота в эксплуатации и поддержание минимальных требований к рабочей силе</p>	 <p>The diagram illustrates the Plasma Atomization Process (PAP) in three stages:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. WIRE FEEDSTOCK:</b> A metal spool feeds wire into a chamber where plasma torches are applied.</li> <li><b>2. PLASMA ATOMIZATION:</b> The wire is atomized by the plasma torches, with argon gas assisting in the process.</li> <li><b>3. SCREENING:</b> The resulting powder is collected and screened.</li> </ol>
<p>Environmental Energy resources</p>	<p>Израильский завод перерабатывает тысячу кг бытовых отходов в час. Бытовые отходы в течение недолгого времени проходят несколько стадий переработки в плазмотроне, и в результате образуется черное блестящее вещество, которое после застывания похоже на кварц. Количество нового материала в объеме составляет в 50 раз меньше, чем исходный мусор. Этот продукт применим в укладке дорог, строительстве, и других сферах промышленности.</p>	


## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Комплектующие установки по переработке полимеров

<p>Силовой блок (выпрямительно-инвенторный источник тока)</p>	<p>В инверторном сварочном аппарате сила сварочного тока нужной величины достигается путем преобразования высокочастотных токов, а не путем преобразования ЭДС в катушке индукции как это происходит в трансформаторных аппаратах. Предварительные преобразования электрических токов позволяют использовать трансформатор с очень малыми габаритами.</p> <p>Для разработки оптимальным силовым блоком был выбран FUBAG IR 200 с параметрами: сварочный ток 5-200А, КПД 85%, напряжение холостого хода 65В и габаритными размерами 340-120-240 мм.</p> <p>Главным достоинством инвертора является минимальный вес. Кроме того, возможность применять для сварки электроды как переменного, так и постоянного тока. Что важно при сварке цветных металлов и чугуна. Инверторный сварочный аппарат имеет широкий диапазон регулировки сварочного тока. Это дает возможность для применения аргонодуговой сварки</p>
---	---



	<p>неплавящимся электродом.</p>	
<p>Осциллограф</p>	<p>Осциллограф – прибор, показывающий форму напряжения во времени. Также он позволяет измерять ряд параметров сигнала, такие как напряжение, ток, частота, угол сдвига фаз. Но главная польза от осциллографа – возможность наблюдения формы сигнала. Во многих случаях именно форма сигнала позволяет определить, что именно происходит в цепи. В данном случае осциллограф позволит отслеживать процесс реакции, отклонения от нормы и записывать данные для анализа. Контроль всех параметров и настроек также осуществляется осциллографом. Габариты осциллографа 13-16-30 см.</p>	
<p>Источник бесперебойного питания для осциллографа</p>	<p>ИБП в основном используются там, где пропадание электропитания может вызвать негативные последствия. Например, питание компьютеров и серверов, питание устройств связи и распределения сигналов (роутеры), питание устройств, автоматическая перезагрузка (перезапуск) которых без участия человека невозможна.</p> <p>Следует понимать, что ИБП выбираются на время работы</p>	

	<p>нагрузки 10-15 мин, редко до получаса. Предполагается, что за это время питание появится, либо человек (оператор) предпримет необходимые действия (сохранит данные, позвонит в энергослужбу предприятия, завершит технологический процесс).</p> <p>Габариты источника бесперебойного питания для осциллографа 13-16-30 см.</p>	
<p>Реактор</p>	<p>Реакция распада пластика при возникновении плазмы происходит в реакторе. Закрытое пространство не дает распространяться пыли и газам, а также дает возможность держать под контролем весь процесс. В реакторе будет находиться стеклянное окошко для контроля температуры и привод для движения верхнего электрода.</p> <p>Также должно быть предусмотрено окошко для просмотра реакции и разборная часть, которая позволит производить чистку реактора и замену электродов. Необходимо рассмотреть часть реактора для размещения пластика и последующего его взаимодействия с плазмой.</p>	



<p>Контейнер для газа и компрессор</p>	<p>После разложения пластика на порошок и газ необходимо отвести газы из реактора в специальные отсеки для последующего использования. За счет компрессора в реактор будет подаваться сжатый воздух и газ будет выводиться в специальный контейнер.</p>	
<p>Экструдер</p>	<p>Экструдер — это машина для непрерывной переработки полимерного сырья (гранул, дробленки, агломерата) в однородный расплав и придания ему формы путём продавливания через экструзионную головку и специальное калибрующее устройство. Выходной материал подается в один из электродов для последующего разложения.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость: 200 мм/мин</li> <li>2. Диаметр: 1.75 мм и 3.00 мм (2 сопел)</li> <li>3. Материал: PLA, АБС, ПВА и прочие</li> <li>4. Рабочая температура: до 250 °С</li> <li>5. Мощность: 150 Вт</li> <li>6. Питание: 220 В</li> <li>7. Габариты: 502x138x252 (мм)</li> </ol>	



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
Этапы развития проекта

**Изучение технологии и принципа работы**

**Анализ имеющихся аналогов**

**Определение основных критериев и ограничений**

**Компоновка технических устройств установки**

**Формообразование с учетом технических особенностей**

**Формообразования с точки зрения художественной композиции**

**Анализ вариативности формы за счет модульности конструкции**

**Этапы развития проекта**

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Критерии и ограничения для разработки дизайн проекта





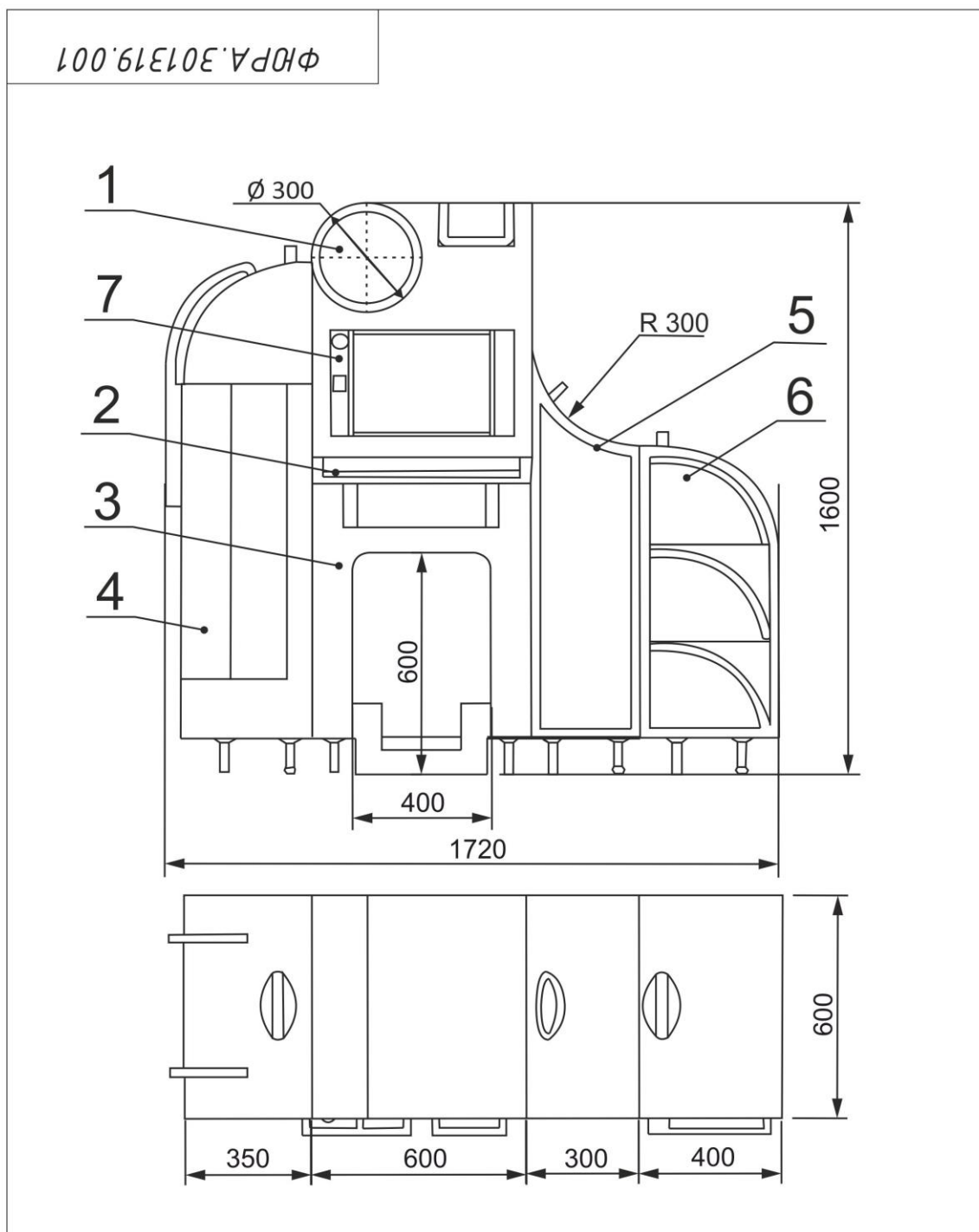
## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Разработка эскизов



## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

### Габаритные и компоновочные размеры



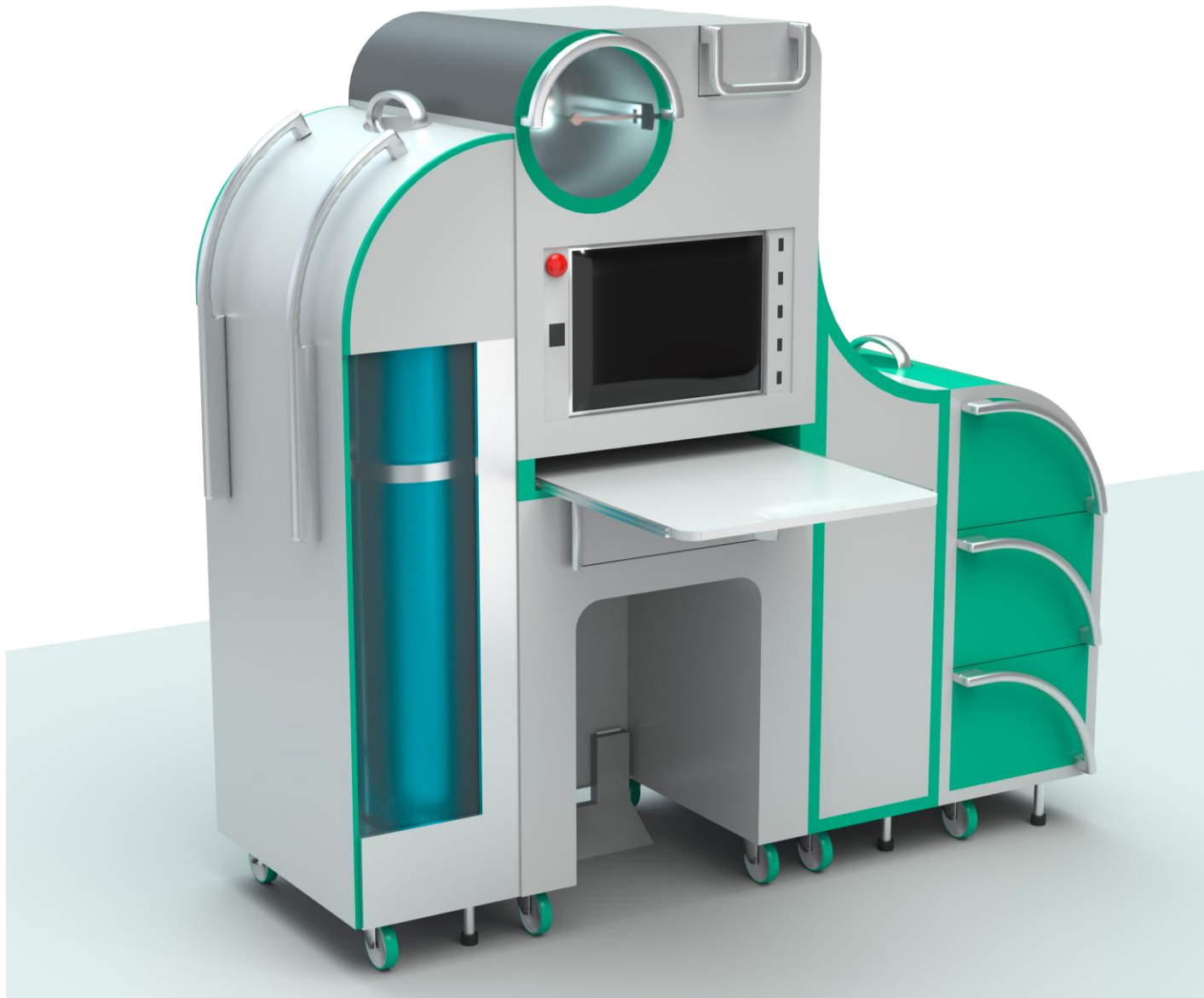
				<b>ФЮРА.301319.001</b>			
				<i>Установка по переработке полимеров</i>	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум	Подп.		У		
Разраб.	Сафьянникова						
Проб.	Вехтер						
Т. Контр.					Лист	Листов	
Н. Контр.				ТПУ ИШИТР			
Утв.				Группа 8ДМ61			



**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
**Взрыв-схема**



**ПРИЛОЖЕНИЕ Л**  
Итоговая модель объекта



**ПРИЛОЖЕНИЕ М**  
Эргономическая схема





## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

### Презентационные планшеты

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНО-ВЫСТАВОЧНОГО ОБРАЗЦА УСТАНОВКИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ

Простота  
транспортировки  
и фиксации

Модули легко  
отсоединяемы

Возможность  
модернизации  
технологии

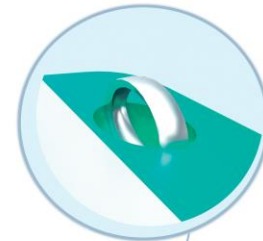
Безопасность  
использования

Контроль  
реакции с  
рабочего места

Исполнитель:  
Сафьяникова  
Виктория Игоревна  
Студент группы 8ДМ61  
Руководитель:  
Вехтер Евгения  
Викторовна  
Доцент ОАР

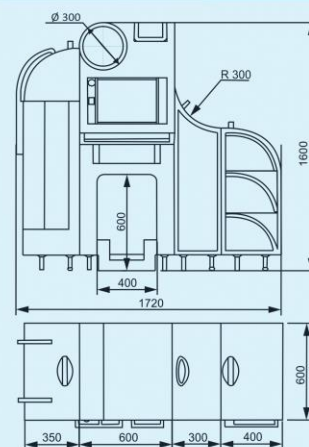


Эргономичные ручки



Эргономика

- Удобная форма ручек
- Оптимальная высота рабочего стола
- Расположение реактора комфортно для обзора
- Подножка-фиксатор



## ПРИЛОЖЕНИЕ П

### Презентационные планшеты

Установка создана для исследования плазменной утилизации пластика с получением порошкового углерода и газов. Предложенный дизайн решает вопросы технологичности, модульности и эргономичности формы.

# ALTERANT

