

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

Институт кибернетики
Направление подготовки - 072500 (54.03.01) Промышленный дизайн
Кафедра инженерной графики и промышленного дизайна

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|--|
| Комбинаторный подход в дизайне и разработке высокоэффективной аудиосистемы рупорного типа |

УДК 681.84.084.5-025.13

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 8Д31 | Тарских Максим Сергеевич | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель кафедры ИГПД | Шкляр А. В. | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| доцент кафедры Менеджмента | Петухов О. Н. | | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| ассистент кафедры ЭБЖ | Мезенцева И.Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| ИК | Захарова А. А. | доктор технических наук | | |

Томск – 2017 г.

Результаты обучения (компетенции выпускников)

На основании ФГОС ВПО, стандарта ООП ТПУ, критериев аккредитации основных образовательных программ, требований работодателей выявляются профессиональные и общекультурные компетенции, на основании которых, в соответствии с поставленными целями определяются результаты обучения.

Выпускник ООП «Дизайн» должен демонстрировать результаты обучения – профессиональные и общекультурные компетенции [1]. Планируемые результаты обучения, приобретенные к моменту окончания вуза, представлены в таблице 1.

Таблица 1– Планируемые результаты обучения

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) | Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон |
|-------------------------------------|--|---|
| Профессиональные компетенции | | |
| P1 | Применять глубокие социальные, гуманитарные и экономические знания в комплексной дизайнерской деятельности. | Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-2, ПК-5) |
| P2 | Анализировать и определять требования к дизайн-проекту, составлять спецификацию требований и синтезировать набор возможных решений и подходов к выполнению дизайн-проекта; научно обосновать свои предложения, осуществлять основные экономические расчеты проекта | Требования ФГОС (ОК-2, ОК-3, ОК-5, ОК-7, ОК-10, ОПК- 1, ОПК-4, ОПК-7, ПК-2; ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-7) |
| P3 | Использовать основы и принципы академической живописи, скульптуры, цветоведения, современную шрифтовую культуру и приемы работы в макетировании и моделировании в практике составления композиции для проектирования любого объекта | Требования ФГОС (ОК-7, ОК-10, ОК-11, ОПК- 1, ОПК- 2, ОПК- 3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2; ПК-3, ПК-4, ПК-7) |

| | | |
|---------------------------|---|--|
| P4 | Разрабатывать проектную идею, основанную на концептуальном, творческом и технологичном подходе к решению дизайнерской задачи, используя различные приемы гармонизации форм, структур, комплексов и систем и оформлять необходимую проектную документацию в соответствии с нормативными документами и с применением пакетов прикладных программ. | Требования ФГОС (ОК-7, ОК-10, ОПК- 2, ОПК- 3, ОПК- 6, ОПК-7, ПК-1, ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5, ПК-6, ПК-7) |
| P5 | Вести преподавательскую работу в образовательных учреждениях среднего, профессионального и дополнительного образования, выполнять методическую работу, самостоятельно читать лекции и проводить практические занятия. | Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ОПК- 5, ПК-1, ПК-2; ПК-8) |
| Универсальные компетенции | | |
| P6 | Демонстрировать глубокие знания правовых, социальных, экологических, этических и культурных аспектов профессиональной деятельности в комплексной дизайнерской деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития. | Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОК-9, ОК-11, ПК-5, ПК-6) |
| P7 | Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации. | Требования ФГОС (ОПК4, ОПК-6, ОПК-7) |
| P8 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-3, ОК-6, ОК-7, ОК-9, ОК-10, ОК-11, ПК-2; ПК-3, ПК-5, ПК-6) |
| P9 | Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы; готовность следовать профессиональной этике и корпоративной культуре организации. | Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6, ОК-7, ОК-8, ОПК5, ПК-5, ПК-6) |

| | | |
|-----|--|--|
| Р10 | Осуществлять коммуникации в профессиональной среде, активно владеть иностранным языком на уровне, работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной профессиональной деятельности. | Требования ФГОС (ОК-5; ОК-6, ПК-6, ПК-8) |
|-----|--|--|

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

Институт кибернетики
Направление подготовки – 072500 (54.03.01) промышленный дизайн
Кафедра инженерной графики и промышленного дизайна

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Захарова А.А.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
в форме бакалаврской работы

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|--------------------------|
| 8Д31 | Тарских Максим Сергеевич |

Тема работы:

| | |
|--|--|
| Комбинаторный подход в дизайне и разработке высокоэффективной аудиосистемы рупорного типа | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| Исходные данные к работе | Объект проектирования: корпус рупорной аудиосистемы. Продукт должен соответствовать следующим требованиям: сохранение аудиотехнических свойств, повышенный уровень персонализации, оригинальный дизайн, эргономичность, технологичность. |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Аналитический обзор по литературным источникам: поиск аналогов и выявление их характеристик, выделение достоинств и недостатков. Изучение Российского и зарубежного рынка материалов, а также состояние и возможности современной промышленности изготовления аудиосистем. |

| | |
|--|---|
| | <p>Основная задача проектирования: проектирование корпуса для аудиосистемы, обладающего высоким КПД воспроизведения звучания даже на маломощном усилителе, не окрашивающего звук, универсально подходящий для встраивания любых компонентов воспроизведения звука и обладающий субъективно высокими визуально-эстетическими свойствами</p> <p>Содержание процедуры проектирования: анализ аналогов; обзор материалов; выявление обязательных конструктивных особенностей корпуса аудиосистем; эскизирование, формирование вариантов дизайн-решений (цветовое решение, форма, эргономика и т.д.); 3D-моделирование; макетирование; создание конструкторской документации.</p> <p>Результаты выполненной работы: дизайн-проект корпуса рупорной аудиосистемы для домашнего и студийного прослушивания, включающий в себя 3D-модели корпуса и его частей в натуральную величину, конструкторскую документацию, макет объекта.</p> <p>Наименование дополнительных разделов: Эргономический анализ формы объектов, подбор производственных материалов, создание и обоснование технологии изготовления.</p> |
| <p>Перечень графического материала</p> | <p>Эскизы концептуальных решений, схемы проектируемых объектов, изображения видовых точек объекта, графический эргономический анализ, графический функциональный анализ, два демонстрационных планшета формата А0.</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> | |
| <p>Раздел</p> | <p>Консультант</p> |
| <p>Дизайн-разработка объекта проектирования</p> | <p>Шкляр Алексей Викторович</p> |
| <p>Графическое оформление ВКР</p> | <p>Шкляр Алексей Викторович</p> |
| <p>3D-моделирование и визуальная подача объекта проектирования</p> | <p>Шкляр Алексей Викторович</p> |

| | |
|---|----------------------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Петухов Олег Николаевич |
| Социальная ответственность | Мезенцева Ирина Леонидовна |
| Оформление конструкторской документации | Фех Алина Ильдаровна |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Нет | |

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

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------------|------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель кафедры ИГПД | Шкляр А.В. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------|---------|------|
| 8Д31 | Тарских Максим Сергеевич | | |

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

Институт кибернетики

Направление подготовки – 072500 (54.03.01) промышленный дизайн

Уровень образования – бакалавр

Кафедра инженерной графики и промышленного дизайна

Период выполнения – (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|--|------------------------------------|
| 05.10.2016 г. | Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы, анализ аналогов | 5 |
| 03.11.2016 г. | Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе собранного материала – статья. | 5 |
| 09.12.2016 г. | Работа над ВКР – Сдача первого раздела ВКР, эскизы. | 5 |
| 01.02.2017 г. | Работа над ВКР – Формообразование (объект), 2 часть | 5 |
| 02.03.2017 г. | Чертежи. Работа над ВКР – 3D модель, 3 часть, презентационная часть | 10 |
| 07.04.2017 г. | Работа над ВКР – Макетирование/ Первый просмотр ВКР | 10 |
| 29.05.2017 г. | Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи | 10 |
| 30.05.2017 г. | Нормоконтроль текста и чертежей ВКР | 20 |
| 01.06.2017 г. | Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 20 |

Составил преподаватель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------------------------|------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель кафедры ИГПД | Шкляр А.В. | | | |

СОГЛАСОВАНО:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|-------------------------------|---------|------|
| ИГПД | Захарова А. А. | доктор технических наук | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа 8бс., 62рис., 10табл., 62источников, 2 прил.

Ключевые слова: аудиосистема, рупор, комбинаторный подход, проектирование, персонализация.

Объектом исследования является (ются) Корпус рупорной аудиосистемы, с коридором рупора типа TQWP, рассчитанным по параметру Тилля-Смолла низкочастотного динамика.

Цель работы – проектирование корпуса для аудиосистемы, обладающего высоким КПД воспроизведения звучания даже на маломощном усилителе, не окрашивающего звук, универсально подходящий для встраивания любых компонентов воспроизведения звука и обладающий субъективно высокими визуально-эстетическими свойствами.

В процессе исследования проводились: теоретические исследования, разработка концепции, создание инструмента автоматического моделирования, моделирование.

В результате исследования был разработан уникальный дизайн-проект рупорного корпуса аудиосистемы.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: была разработана и обоснована технология изготовления, подобраны необходимые материалы для физической реализации трёхмерной модели в материальном исполнении, выбраны необходимые станки и оборудование, наиболее рационально подходящие под описанную технологию изготовления корпуса для рупорной АС.

Область применения: Аудиосистема предназначена для домашнего прослушивания, озвучивания студии, общественных помещений.

Экономическая эффективность/значимость работы: Разработка является экономически выгодной для массового производства ввиду повышенного

уровня персонализации, и возможности размещения типовых корпусов в разных ценовых кластерах.

В будущем планируется: Расширение модельного ряда, производство изделия, популяризация редко встречаемого рупорного типа акустического оформления.

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение..... | 16 |
| 1. Научно-исследовательская часть..... | 17 |
| 1.1 Акустическая система. Типы, классы, свойства..... | 17 |
| 1.2 Активные и пассивные аудиосистемы..... | 17 |
| 1.3 Разделение по количеству полос..... | 18 |
| 1.3.1 Комбинирование динамиков..... | 19 |
| 1.4 Состав акустической системы..... | 20 |
| 1.4.1 Акустическая система 2.0..... | 20 |
| 1.4.2 Акустическая система 2.1..... | 20 |
| 1.4.3 Акустическая система 5.1..... | 20 |
| 1.5 Акустическое оформление. Основные виды корпусов акустической системы и их назначение..... | 21 |
| 1.5.1 Бесконечный экран..... | 22 |
| 1.5.2 Закрытый корпус..... | 22 |
| 1.5.3 Корпус с фазоинвертором..... | 23 |
| 1.5.4 Лабиринт..... | 24 |
| 1.5.5 Трансмиссионная линия..... | 24 |
| 1.5.6 TQWP..... | 25 |
| 1.6 Материалы изготовления корпуса АС..... | 26 |
| 1.6.1 Древесно-стружечная плита (ДСП)..... | 27 |
| 1.6.2 Облицованная ДСП..... | 28 |
| 1.6.3 Столярная плита (щит)..... | 28 |
| 1.6.4 Ориентированно-стружечная плита (ОСП)..... | 28 |
| 1.6.5 Древесноволокнистая плита средней плотности (МДФ)..... | 29 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.6.6 | Фанера..... | 30 |
| 1.6.7 | Камень..... | 31 |
| 1.6.8 | Оргстекло/стекло | 32 |
| 1.6.9 | Клееная древесина/дерево..... | 33 |
| 1.6.10 | Металл..... | 33 |
| 1.7 | Экономические факторы..... | 33 |
| 1.8 | Персонализация..... | 34 |
| | Вывод..... | 34 |
| 2. | Проектно-художественная часть | 36 |
| 2.1 | Использование ограничивающих факторов как средство формообразования. | 36 |
| 2.1.1 | Тип/класс АС, как ограничивающие факторы..... | 36 |
| 2.1.2 | Состав АС, как ограничивающий фактор | 37 |
| 2.1.3 | Количество полос, как ограничивающий фактор..... | 37 |
| 2.1.4 | Акустическое оформление, как ограничивающий фактор..... | 38 |
| 2.2. | Наглядное формообразование | 39 |
| 2.2.1 | Конструкторские приемы уменьшения габаритов тела рупора..... | 39 |
| 2.2.2 | Толщина материала корпуса тела рупора | 42 |
| 2.2.3 | Создание алгоритма реализации формообразования тела рупора в интерактивной трехмерной среде | 42 |
| 2.2.4 | Создание интерфейса управления интерактивной трехмерной моделью..... | 43 |
| 2.2.5 | Отрисовка предварительных эскизов на основе комбинаторного подхода..... | 45 |
| 2.4. | Подбор материала для изготовления корпуса рупорной АС | 47 |

| | |
|--|----|
| 2.5. Эскизное моделирование, создание финального образа корпуса АС ... | 48 |
| 2.5.1 Моделирование корпуса АС в трехмерной среде | 48 |
| 2.6.2 Фотореалистичная визуализация высококачественной модели трехмерного эскиза | 55 |
| 3. Разработка художественно-конструкторского решения..... | 58 |
| 3.1 Аналитическое построение технологии изготовления, расчет материала | 58 |
| 3.1.1 Технология изготовления..... | 58 |
| 3.1.2 Расчет материала..... | 60 |
| 3.2 Изготовление полезной модели..... | 62 |
| 3.2.1 Этапы производства корпуса рупорной аудиосистемы..... | 63 |
| 3.3. Изготовление макета..... | 68 |
| 3.4 Оформление графического и презентационного материала | 69 |
| Вывод..... | 70 |
| 4. Ресурсоэффективность и ресурсосбережение..... | 71 |
| 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | 73 |
| 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования | 73 |
| 4.2.2 Анализ конкурентных технических решений..... | 74 |
| 4.2..... SWOT-анализ | 76 |
| 4.3 Планирование научно-исследовательских работ | 78 |
| 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования..... | 78 |
| 4.3.2 Расчет материальных затрат | 79 |
| Вывод..... | 81 |

Введение

Для слушателя, умеющего оценить звучание аудиосистемы, общая гармония, целостность восприятия и естественность звучания дороже того, как система воспроизводит отдельные звуки. Выдающаяся динамика, высокая степень реализма и «эффект присутствия» - вот те качества, благодаря которым рупорная акустика славится своей музыкальностью и умением обратить на себя слушателя. Кроме того, понимающие суть качественного звучания пользователи, всегда стремятся к повышению эффективности своих аудиосистем. И поэтому используют ещё одно важное преимущество рупорной акустики - исключительно высокий КПД, то есть способность создавать высокий уровень звукового давления даже с маломощными усилителями.

Стоит помнить, что разница в качестве между «хорошими» и «плохими» рупорными колонками гораздо сильнее, чем различия между акустическими системами с традиционной конструкцией. Именно поэтому небрежно сконструированные дешёвые системы стали основанием для точки зрения, что рупорная акустика окрашивает звук.

Лучшие из рупорных колонок – это весьма дорогие изделия, требующие использования диафрагм из редких материалов, а также расчёта и изготовления рупора в соответствии со строгими допусками и размерами. Среди рупорных колонок есть настоящие произведения инженерного искусства, разделенные по всевозможным критериям, классам и типам.

1. Научно-исследовательская часть

1.1 Акустическая система. Типы, классы, свойства

Акустическая система [1] (в дальнейшем АС) — устройство для воспроизведения звука, состоит из акустического оформления и смонтированных в него излучающих головок (обычно динамических).

Формообразование АС исходит из задач, для которых аудиосистема разрабатывается. Пространство, которое будет озвучиваться может быть разнообразным, так, например, конструкция системы для озвучения стадиона, мониторов для студии профессиональной звукозаписи, автомобильного звучания и АС для домашнего прослушивания будут критически различаться по своим характеристикам, конструкторскому решению и внешнему виду. Соответственно, на рынке такие аудиосистемы занимают свои ниши в разном ценовом диапазоне, складывающимся из множества критериев, начиная с дороговизны аналогово-цифровой начинки и заканчивая материалами корпуса и дизайнерскими решениями, решениями, конструкционно разделяющие аудиосистемы на разные типы и классы.

1.2 Активные и пассивные аудиосистемы

Выделяют пассивную акустическую систему (состоит из излучателей и кроссовера) и активную (содержит встроенный усилитель мощности).

Усилители встраивают внутрь акустических систем по следующему ряду причин:

- облегчение согласования усилителя и излучателей по мощностям и аналогичным параметрам, вопросом согласований занимаются производители акустических систем, а не конечный потребитель;
- уменьшение себестоимости систем, так как отсутствует необходимость в отделении корпуса для усилителя, а мощность усилителя (определяет его стоимость) не превосходит необходимые излучателям параметры;

- устранение необходимости в кабелях больших сечений (в случаях, если усилители находятся в каждом акустических системах).

Подобное разделение имеет ряд недостатков:

- затруднение обслуживания усилителя, так как АС могут быть установлены в труднодоступных местах (например, быть подвешены на большой высоте);

- в мощной акустической системе усилитель, как правило, устанавливается в каждый элемент системы, это требует, в сравнении с пассивными стереосистемами, наличия второго блока питания вместо одного, это увеличивает себестоимость;

- в случаях больших расстояний между элементами акустической системы и источниками звука, потребуется предпринять специальные меры по экранированию и защите сигналов (поднятие его уровня и использование балансного подключения)

Из вышперечисленного можно сделать вывод, что активная акустическая система как правило используется для персонального компьютера, озвучивания небольшой концертной площадки, дискотеки, в студийных мониторах. Пассивная АС чаще встречается в домашней акустической системе, а также при озвучивании большой концертной площади.

1.3 Разделение по количеству полос

Со стороны аудио-эстетического восприятия, в зависимости от того, насколько детализированным должно быть звучание, воспринимаемое слушателем, перед аудиосистемой ставятся задача соответствия этим показателям, которых можно достичь путем разделения потока звучания на полосы.

В случае проектирования аудиосистемы со стороны визуально-эстетического восприятия – разделение на количество полос будет давать нам разное количество отверстий на лицевой стороне АС для установки в них источников воспроизведения звука, а также разные размеры самих отверстий.

Акустические системы бывают однополосными (состоит из одного широкополосного излучателя, например, динамической головки) и многополосными (состоит из двух и более головок, которые создают излучение в своих частотных полосах).

Однополосные системы не позволяют добиваться качественного звучания ввиду трудности в создании излучателей, одинаково хорошо воспроизводящих сигналы разной частоты. Высокое интермодуляционное искажение при значительном ходе одного излучателя вызывается эффектом Доплера [2].

В многополосной системе спектр слышимой человеческим ухом звуковой частоты разбивается на несколько перекрывающих друг друга диапазонов с помощью фильтра (комбинация из резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности, или при помощи цифровых кроссоверов). Каждые из диапазонов подаются на свои динамические головки, которые имеют наилучшие характеристики для этого диапазона. Таким методом достигается максимально высококачественное воспроизведение слышимой человеческим ухом звуковой частоты (20—20 000 Гц).

1.3.1 Комбинирование динамиков

На рынке, исходя из открытых источников информации, наиболее распространёнными решениями для высококачественного воспроизведения звука являются следующие схемы [1]:

двухполосная схема (Низкочастотный/Среднечастотный + Высокочастотный динамики);

трехполосная схема (Низкочастотный + Среднечастотный + Высокочастотный динамики);

2,5-полосная схема (Среднечастотный / Низкочастотный динамики озвучивают как низкочастотные, так и среднечастотные области; Низкочастотный динамик только «поддерживает» первый в самом нижнем регистре, но не замещает его в низкочастотном диапазоне. Как правило, в

целях экономии, производителем применяются оба излучателя одного типа, с последующим регулированием разделительной полосы фильтрами)

четырёхполосная схема (Низкочастотный + Среднечастотный + Высокочастотный динамики + т.н. Сабвуфер).

1.4 Состав акустической системы

АС отличаются по количеству активных элементов, связанных между собой, необходимых для воспроизведения звука с разных направлений, создавая стереоэффект, эффект присутствия, либо объёмное звучание, в зависимости от целей, поставленных слушателем.

1.4.1 Акустическая система 2.0

Это базовая конфигурация — две колонки, которые воспроизводят стереозвук с ограничением по низким частотам. В эту систему, которую очень легко установить, не входит сабвуфер.

1.4.2 Акустическая система 2.1

Акустическая система, которая несколько оживляет звучание. В эту систему входят две колонки, как и в систему 2.0, но кроме них, еще добавлен сабвуфер, который позволяет получить более качественный звук с более глубокими басами. Эту систему так же легко установить, как и систему 2.0, но для сабвуфера требуется дополнительное место.

1.4.3 Акустическая система 5.1

Система объёмного звучания с колонками, размещаемыми впереди и сзади, что создает эффект присутствия. Эта система состоит из левой и правой фронтальных колонок, левой и правой задних колонок, центральной колонки и сабвуфера. Для пользователей, любящих проводить время за просмотром фильмов и играя в компьютерные игры, такая система будет наиболее подходящим выбором.

1.5 Акустическое оформление. Основные виды корпусов акустической системы и их назначение

Акустическое оформление-способ исключения акустического замыкания, методом помещения динамической головки в специально спроектированный корпус.

Основные типы акустического оформления [1]:

- открытый ящик (акустический щит/экран); также «активный корпус»);
- закрытый ящик;
- Push-pull;
- Isobarik (tunnel, clamshell, planar);
- система с фазоинвертором;
- оформление Jensen-Onken;
- система с ПАС («вариовент»);
- система с лабиринтом;
- рупор;
- TQWP (англ. tapered quarter-wave pipe — «расширяющаяся четвертьволновая труба»; или же Труба Войта (по имени изобретателя Paul Voight));
- «акустическая линза»;
- резонатор Гельмгольца.

Корпус акустической системы выполняет многообразные функции. В области НЧ он блокирует эффекты «акустических коротких замыканий» [4], возникающие из-за сложений излучаемых звуков от передних и тыловых поверхностей диафрагм в противофазах, это приводит к подавлениям в низкочастотных излучениях.

Применение корпусов позволяет увеличивать интенсивность излучений на низкой частоте, а также увеличивать механические демпфирования громкоговорителя, это позволяет «сглаживать» резонанс и уменьшать

неравномерное распределение амплитудно-частотных характеристик. Корпуса оказывают существенные влияния не только в областях низкой, но и в областях средней и высокой частоты. Правильно спроектированный и изготовленный корпус оказывает огромное влияние на качество звука.

При проектировании корпусов АС, изготовителями используются такие варианты конструктивного оформления [5], как бесконечный экран, закрытый корпус, корпус с фазоинвертором, лабиринт, трансмиссионная линия, рупор и др.

1.5.1 Бесконечный экран

Бесконечный экран [1] возникает, когда громкоговорители устанавливаются в стене комнаты с достаточно большим объемом за ним (Рисунок 1). Для такой установки громкоговорителей характерен эффект «бубнения» на низких частотах, поскольку отсутствует демпфирование.

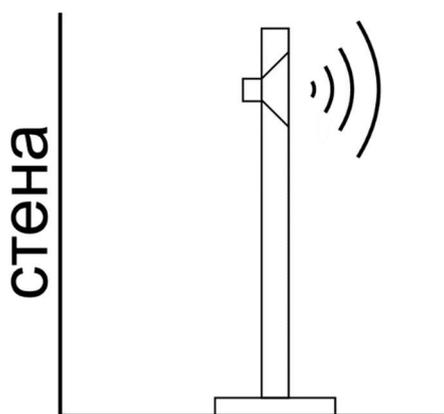


Рисунок 1. Бесконечный экран

1.5.2 Закрытый корпус

В современных АС в подавляющем числе случаев применяют закрытый корпус компрессионного типа (Рисунок 2). Принципы работы компрессионного оформления состоят в том, что в нем используется громкоговоритель с очень гибкими подвесами и большими массами, т.е. низкими резонансными частотами. В таком случае, свойства упругости воздуха в корпусе становятся определяющими факторами, именно они

начинают вносить основной вклад в возвращающие силы, приложенные к диафрагме.

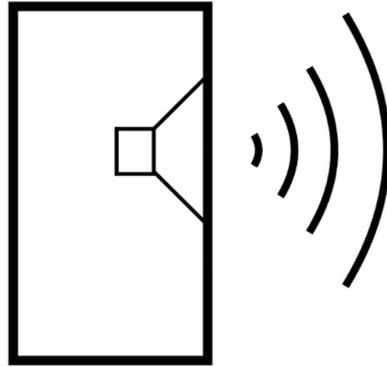


Рисунок 2. Закрытый корпус

1.5.3 Корпус с фазоинвертором

Корпуса с фазоинвертором-это корпуса, в которых сделаны отверстия, которые позволяют использовать излучения тыльных поверхностей диффузора. Максимального эффекта можно достичь в областях частот резонанса колебательных систем, образуемых массами воздуха в отверстиях, щелях или трубах и массами воздуха в корпусе.

Корпус с фазоинвертором (Рисунок 3) (а) имеет большое количество разновидностей. Корпуса, использующие специальные трубы, вставленные в отверстие, позволяющие уменьшить размер корпуса и с помощью настройки размера трубы настроить фазоинвертор (б).

Если в отверстия корпусов устанавливаются пассивные (т.е. без магнитной цепи) громкоговорители, колебания которых возбуждаются из-за колебаний объемов воздуха, заключающегося в корпусе, то такие корпуса называются «корпус с пассивным излучателем» (в).

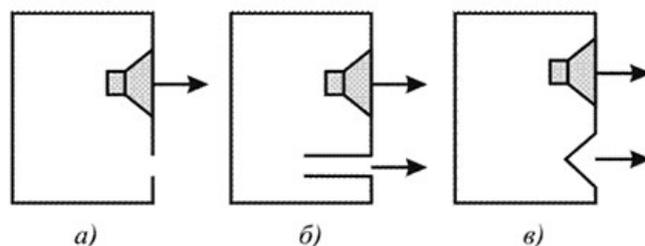


Рисунок 3. Корпус с фазоинвертором

1.5.4 Лабиринт

Лабиринты представляют из себя варианты корпусов с фазоинверторами, в которых установлены специальные перегородки. Если длина коридора достигнет четверти длины волн на частотах резонанса низкочастотного сабвуфера, он начнет действовать в аналогии фазоинвертором. Применение лабиринтов расширяет возможность для настроек на уровнях более низких частот. Гармонические резонансы от основных резонансных частот трубы демпфируются звукопоглощающим материалом на внутренней стенке корпуса.

1.5.5 Трансмиссионная линия

Разновидность лабиринта. Основное различие от лабиринта в том, что звукопоглощающими материалами заполняется все пространство корпуса, и поперечные сечения линий делаются переменным – увеличиваются у конуса, уменьшаются у отверстия (Рисунок 4). Корпуса такого типа очень сложны в настройке.

Если в корпус установлена пара одинаковых громкоговорителей на один фазоинвертор, то такое расположение называется «низкочастотным оформлением с симметричными нагрузками». Таким оформлением часто пользуются в проектировании сабвуферов.

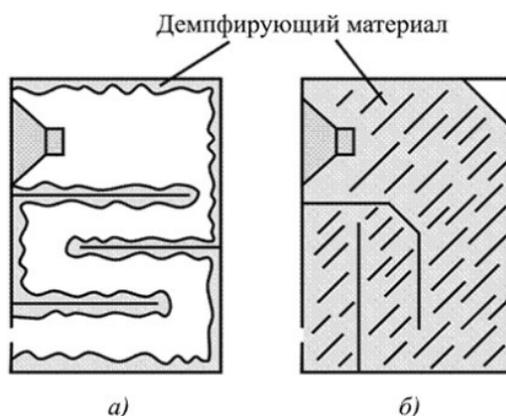


Рисунок 4. Лабиринт(а), Трансмиссионная линия(б)

Практически установлено, что лучше звучат АС со сглаженными углами, обтекаемой формы, с несимметричным расположением ГГ, однако изготавливать корпуса таких АС сложно и дорого, поэтому большая часть АС

изготавливается в корпусе прямоугольных форм. Чтобы уменьшить дифракционные эффекты на углах передних панелей, применяются специальные меры, такие как размещение звукопоглощающего материала («акустическое одеяло»), оптимизация соотношений размера фронтальной панели и глубин корпуса, подбор несимметричных расположений ГГ и др.

Желание сдвинуть дифракционный пик-провал АЧХ (Рисунок 5) в более высокочастотные области, тем самым снизив их влияние, принуждает к использованию максимально узких передних панелей.



Рисунок 5. Диаграмма АЧХ на излучателе ЭЛЕКТРОНИКА 25ас-128

Сложная внешняя конфигурация современной АС обусловлена не только визуально-эстетическими соображениями, но и стремлением уменьшения дифракционных эффектов. Чтобы понизить излучения звука от стенок АС, обычно увеличивают их показатели жесткости и массы.

1.5.6 TQWP

Tapered Quarter-Wave Pipe или Расширяющаяся Четвертьволновая Труба впервые описывается Paul Voight в 1930 г. Фактически, такого рода оформление (Рисунок 6) является рупорным, но оно настроено на частоты резонансов динамической части головки. Серийное производство акустик типа TQWP принадлежало известной в кругах ценителей хорошего звучания франшиза Lauther, которая устанавливала в нее широкополосный динамик с высокой характеристикой чувствительности. Подобного рода решение

обладает рядом преимуществ с электроакустической точки зрения. АС проектируется без разделительного фильтра и поэтому входные характеристики её импеданса совпадают с характеристиками импеданса головок. Это качество облегчает сопряжения систем с любым усилителем. Повышенная чувствительность обладает уменьшенной нагрузкой для маломощных усилителей, что крайне важно для усилителей лампового и транзисторного типа, особенно, если их работа происходит в А-классе. Также, наличие всего одной динамической головки улучшает ФЧХ системы, а это положительно отражается на локализациях источника звука и его возможности преобразовывать быстрый сигнал.

Также, у этого подхода есть свой ряд недостатков, к примеру, ухудшение показателей диаграмм направления при высоком уровне громкости в связи с эффектом зональных излучений.



Рисунок 6 Пример оформления TQWP

В современной АС корпус представляет из себя достаточно сложную и дорогостоящую конструкцию. Результатом эффективных принятых звукоизоляционных мер для корпуса, считается разница между уровнями звукового давления, излучаемых стенками корпуса и уровнями звукового давления всей АС, которая не должна быть менее 20 дБ.

1.6 Материалы изготовления корпуса АС

Главные задачи корпуса АС – контролировать акустическую среду и удерживать динамики и другие компоненты системы. С самого начала развития АС было отмечено, что корпуса способны оказывать критическое

влияние на восприятие звучания громкоговорителей. Поскольку передние и задние части динамиков излучают звуки в разных фазах, то возникают усиливающие или ослабляющие интерференции, эти явления приводят к худшему восприятию звука и появляется т.н. эффект «гребенчатая фильтрация».

Волна, отраженная от внутренних поверхностей стенок корпуса колонки, накладывается на основные сигналы и создает искажение воспринимаемого слушателем звука, интенсивность которого зависит от плотности используемого материала. Решение этих задач часто приводит к тому, что корпуса стоят гораздо дороже компонентов, заключенных в них.

Звуки должны поступать исключительно из динамиков и специально спроектированных технологических отверстий (фазоинверторы, трансмиссионные линии), также следует позаботиться, чтобы звуки не проникали через сами стенки. Для этого следует изготавливать их из плотного материала с высоким уровнем внутренних звукопоглощений.

Несколько примеров материалов, из которых изготавливают корпуса для АС:

1.6.1 Древесно-стружечная плита (ДСП)

Это плита [6], состоящая из спрессованных древесных стружек и клея. Материал имеет гладкую поверхность и неплотную, рыхлую сердцевину. ДСП хорош в гашении вибраций, однако имеет плохие звукопроницаемые свойства. Плита податлива в скреплении столярными клеями для дерева, однако ее край имеет тенденцию крошиться, что, непосредственно делает работу с материалом сложнее. Также плиты боятся влаги – в случае нарушения производственного процесса, легко её впитывают и разбухают.

На рынке присутствует большое количество предложений по продаже плит ДСП, которые разнятся в толщине: 10мм, 12мм, 16мм, 19мм, 22мм и т.д. Для малого корпуса (объемом менее 10л) оптимальна ДСП, имеющая толщину 16мм, а для корпуса большего объема следует выбирать плиту, имеющую

толщину от 19мм. ДСП облицовывается (оклейка пленкой или тканями, шпатлёвка, окраска.



Рисунок 7 Denon DN-304S

Древесно-стружечная плита была использована при создании АС Denon DN-304S (Рисунок 7). Выбор производителя пал на ДСП т.к. этот материал обладает инертными свойствами акустики: колонки не склонны к резонированию и окрашиванию звука даже при высокой громкости.

1.6.2 Облицованная ДСП

Это подвид ДСП, облицованный декоративным пластиком или шпонированный с одной или обеих сторон. Плита с облицовкой из дерева скрепляется обычным столярным клеем, однако ДСП, облицованная пластиком, скрепляется специфическим клеем. Обработки среза плиты производится кромочной лентой на кромочном станке.

1.6.3 Столярная плита (щит)

Наиболее распространённый столярный материал, основой для которого являются рейки, брус или доска, оклеенные с обеих сторон фанерой, либо шпонированные. К плюсам столярной плиты можно отнести малый вес и простоту обработки торца.

1.6.4 Ориентированно-стружечная плита (ОСП)

ОСП – это лист, спрессованный из нескольких слоев тонкой фанеры, либо шпона и клея, узоры на обеих плоскостях которого напоминают мозаику из желтых и коричневых фрагментов щепы. Поверхность материала имеет шагреня и шероховатость, но она может быть обработана механически посредством шлифования и в последствии покрыта лаком, т.к. древесная текстура придает этому материалу визуально-эстетически приятный вид.

Плита ОСП обладает высокими показателями коэффициента звукопоглощения и устойчивости к вибрациям.

Благодаря вышеперечисленным качествам, ОСП используют при формировании акустического экрана. Экран необходим при создании комнаты для прослушивания музыки, где пользователь может оценить звучание АС в оптимальных условиях. Полосы из ориентированно-стружечной плиты крепятся на определенном расстоянии друг от друга, образуя собой панель Шредера [4]. Суть использования такой методики заключается в закреплении в определенных участках полос, которые под воздействием акустических волн расчетных длин начинают излучать звук в противофазе, гася искажения.

1.6.5 Древесноволокнистая плита средней плотности (МДФ)

Состав этого материала [10] прост: мелкодисперсная древесная пыль и клей, обладает самой гладкой фактурой, практически не нуждается в механической обработке. Структура МДФ идеальна для создания дизайнерского корпуса, поскольку его листы легко поддаются распилу, шлифовке, торцеванию и прессованию. Также, материал клеится всеми существующими на рынке клеями.

МДФ поддается всем видам облицовывания, шпатлевки и покраски. Толщины листа варьируются от 4мм до 22мм: для корпуса колонки объемом до 3л будет достаточным толщина листа в 8мм, до 11л– 16мм. Для корпуса большего объема следует отталкиваться от толщины листа в 22мм.

Если выбрать материал для изготовления корпуса акустической системы, отбросив аспекты восприятия качества звучания, то останется 3 основополагающих фактора: цена, простота в обработке, простота в склеивании. МДФ соответствует всем трем пунктам. Именно малая цена вместе с «податливостью» МДФ дают ему лидирующие позиции при выборе материала для изготовления АС.



Рисунок 8 Arslab Classic

Ярким примером использования МДФ является акустическая система полочного типа Arslab Classic 1 SE (Рисунок 8), стенки ее корпусов изготавливаются из толстой древесноволокнистой плиты, которая предотвращает возникновение вибраций и окрашивание воспринимаемого слушателем звука.

1.6.6 Фанера

Этот материал [11] состоит из спрессованного клееного шпона малой толщины (от 1 мм). повышение прочностных свойств фанеры достигается накладыванием слоев шпона так, чтобы направление волокон древесины было направлено перпендикулярно направлению волокон предыдущего слоя. Фанера – отличный материал, способный к подавлению вибраций и удержанию звукового давления внутри корпуса. Склеить фанерный лист между собой можно любым столярным клеем от ПВА до TitanBond.

В шлифовании фанера менее податлива, нежели МДФ, поэтому распил деталей должен быть с минимальной погрешностью. Явным достоинством фанеры можно выделить её малые весовые характеристики. По этим причинам из неё часто изготавливают футляры для музыкальных инструментов.

Исключительно этот вид доступного материала применяет компания Pernaudio в производстве напольных акустических систем. Она используют латвийскую фанеру, изготовленную по спецзаказу из березы. Покупателю нравятся визуальная составляющая обработанной березовой фанеры, особенно, если она покрыта лаком (Рисунок 9). Подобные решения придают корпусам АС уникальности, чем и пользуются владельцы компании: ортогонально расположенные фанерные листы-своеобразная «визитная карточка» бренда Pernaudio.



Рисунок 9 Напольная акустика Renaudio Rebel Three

1.6.7 Камень

В производстве корпусов АС распространено [12] использование мрамора, гранита и сланца. Сланец – наиболее подходящий вид камня в изготовлении корпуса: он легок в работе благодаря его структуре, также, он эффективен в поглощении нежелательных вибраций. К недостаткам можно отнести необходимость в специальном инструменте и высоких навыках в работе с камнем. Для упрощения работы, возможно, следует изготавливать из камня только передние панели.

Стоит отметить, что чтобы установить колонку из камня на площадку, может понадобиться подъемное средство, рассчитанное на большие веса, да и сама площадка должны быть достаточно прочной: вес каменных отдельных элементов каменных АС достигает 75кг (для сравнения, АС, изготовленные из ОСП весят в пределах 5-7 кг). Такой корпус серьезно улучшает качество воспринимаемого слушателем звука, но его стоимость «неподъемна» для среднестатистического покупателя АС.

Аудиосистема из цельного куска каменной породы – работа мастеров фирмы Audiomasons (Рисунок 10). Корпус вырезается из известняка и весит порядка 18кг. По заявлениям разработчиков, безукоризненная точность звучания их изделий придется на вкус даже самому искушенному ценителю хорошего звучания.



1.6.8 Оргстекло/стекло

Существует возможность изготовления корпуса для АС из прозрачных материалов [13], когда видно «органы» колонки. Но не стоит забывать, что без должной звукоизоляции корпуса, качество звучания АС будет аудио-эстетически отвратительным для слушателя, но, если добавить слой звукопоглощающих материалов, эфемерная система с прозрачными стенами потеряет свою прозрачность.

Наиболее удачным примером акустических hi-end систем из стекла служит фирма Crystal Cable Arabesque (Рисунок 11).



Рисунок 11 Crystal Cable Arabesque

Корпус АС Crystal Cable изготавливается в Германии из стеклянных полос, имеющих толщину, равную 19мм с обработанным торцевыми поверхностями. Каждая деталь скрепляется кристально чистым клеем в вакуумных установках, для избегания появления воздушных пор.

На выставках CES, проходящих в Лас-Вегасе, АС Arabesque завоевывают самые престижные награды в области Инноваций начиная с 2010 года. «До сих пор ни одному производителю техники не удавалось добиться настоящего hi-end-звучания от акустики, изготовленной из такого сложного материала. Компания Crystal Cable доказала, что это возможно» таково мнение критиков [13].

1.6.9 Клееная древесина/дерево

Из древесины [14] получается добротный корпус, однако необходимо учесть важнейший момент: древесина обладает свойством «дыхания», т.е. она расширяется, будучи влажной, и сжимается, будучи сухой.

Т.к. брус древесины подвергается приклеиванию со всех сторон, внутри него накапливается напряжение, приводящее к возможности дальнейшего растрескивания массива. При этом, корпус АС теряет каждое из своих полезных акустических свойств.

1.6.10 Металл

Наиболее распространенный [15] для этих целей металл-алюминий, и все его производные металлургические и порошковые модификации. Они крайне легки, прочны и упруги. Ряд экспертов считает, что алюминиевые сплавы позволяют уменьшать резонанс и улучшать высокочастотную передачу акустического спектра. Каждое из этих качеств способствует росту популяризации алюминия фирмами-производителями аудиоаппаратуры, используя его в изготовлении всепогодных АС.

Среди изготовителей аудиосистем и слушателей распространено мнение, что изготовление цельнометаллической оболочки АС – плохая идея. Однако стоит опробовать изготовление из алюминия верхних и нижних панелей, а также перегородок жесткости.

1.7 Экономические факторы

Факторы, отвечающие за расчет стоимости АС можно разбить на два коротких раздела - это упрощение технологии изготовления и повышение рентабельности производства изделия. Отрицательный экономический фактор - в погоне за интересной формой, промышленный дизайнер не осознает сложности изготовления придуманной им конструкции, а усложнение конструкции ведет к большему сроку изготовления изделия, повышению требований к квалифицированности мастера, и вместе с этими факторами растет себестоимость изделия при учете того, что затраты на материалы, необходимые для изготовления изделия остаются неизменными.

Положительная экономическая реализация зависит от успешного создания дизайнерского образа, который сможет увеличить итоговую стоимость изделия многократно без изменения затрат, необходимых для покупки материалов.

Статья “Обзор Лучших моделей на рынке в 2015 году по соотношению цены и качества – от полочных и настольных до напольных гигантов” [16]. служит подтверждением всем вышеперечисленным суждениям в вопросе влияния не только конструктивных факторов, составляющих, материалов изготовления, но и дизайнерского образа на образование ценовых ниш в среде аудиосистем.

1.8 Персонализация

Задача персонализации, поставленная перед дизайнером, разрабатывающим корпус АС крайне широка и дает большое пространство для творческих маневров. Добавление в корпус модульных элементов поможет расширить рынок спроса, разбивая изготавливаемые АС на разные ценовые кластеры, в зависимости от стандартной заводской комплектации. Так, крупногабаритный корпус рупорной АС, подобно мебели, можно будет подобрать под уже существующий интерьер из предложенного каталога моделей, имеющих разное исполнение в облицовочных материалах, либо изготовить его на заказ, угождая всем желаниям заказчика. В последнем случае, АС может стать центром интерьера, вокруг которого будет строиться визуально-эстетическое восприятие пространства искушенного любителя хорошего звучания.

Вывод

Изучив аспекты, влияющие на формообразование корпуса АС, основываясь на поставленных целях и проблемах, рассмотренных типах, классах свойствах аудиосистем, можно сделать вывод, какой должна быть аудиосистема, проектируемая в ВКР. Из проанализированной информации возникает следующий ряд вопросов: для какой среды и окружения будет разрабатываться АС, какой выбрать класс аудиосистемы, рассчитывать ее

опционально активной или пассивной, по какому форм-фактору стоит исполнять систему, учитывая, что на ней предполагается прослушивание музыкальных композиций в высоком качестве, без необходимости объемного звучания. Ответы на этот ряд вопросов позволят выбрать тип акустического оформления.

Итогом дипломной работы должен стать корпус, обладающий высоким КПД воспроизведения звучания даже на маломощном усилителе, не окрашивающий звук, универсально подходящий для встраивания любых компонентов воспроизведения звука, обладающий визуально-эстетическими свойствами, удовлетворяющими желания пользователя и оригинальными модульными решениями, опционально разделенными на разные ценовые сегменты, позволяющими дать конечному потребителю необходимую персонализацию исполнения, зависящую от его личных вкусовых предпочтений, которую можно достичь, используя комбинаторный подход в формообразовании и выборе комплектующих, расположенных в пространстве корпуса рупорной аудиосистемы.

2. Проектно-художественная часть

2.1 Использование ограничивающих факторов как средство формообразования.

На основе первой главы, в которой рассматриваются основные классы и типы АС появляется возможность определения принадлежности аудиосистемы, проектируемой в данной ВКР по всем вышеперечисленным критериям с целью определения всех возможных нюансов на стадии формообразования и создания концепции и образа. Для этого будут повторно рассмотрены все факторы с последующим выбором конкретного решения, наиболее соответствующего целям и задачам, поставленным в ВКР, с целью пошагово прийти к конечному эскизу

2.1.1 Тип/класс АС, как ограничивающие факторы

Комбинаторный подход в решении задач, связанных с определением форм-фактора будущей АС дает возможность в маневрировании с определением некоторых аспектов выбора, таких, как выбор класса активной/пассивной АС. Будущий проект предполагает максимальную персонализацию в зависимости от предпочтений любого заказчика. Выбрана АС активного типа, поскольку выбор конструкции такого типа позволяет не создавать дополнительный объект для системы в виде корпуса усилителя (Рисунок 12), также сделает вид АС более лаконичным, поскольку она не будет окружена большим количеством проводов.



Рисунок 12 Аудиосистемы Edifier S550 Encore 5.1 и Microlab H-500

Данные модели представлены как пример активной и пассивной АС соотв. (в активной Edifier S550 Encore 5.1 нет необходимости в корпусе усилителя, т.к. он встроен в корпус сабвуфера)

2.1.2 Состав АС, как ограничивающий фактор

В дальнейшем, линейка АС разработанная в ВКР будет класса 2.1, поскольку это наиболее универсальный тип АС, способный угодить предпочтениям большинства слушателей. Помимо этого, рупорный корпус, на котором будет основываться вся композиция системы, наиболее предпочтителен для низкочастотного излучателя. Это основополагающий фактор при выборе состава АС. Использование такого класса АС в едином корпусе будет напрямую зависеть от окружения, т.е. размера помещения, месторасположения системы (центр помещения, угол комнаты, размещение по середине стены с равноудаленными ортогональными стенами), объектов, заполняющих объем помещения и звукоотражающих свойств поверхности стен. В ходе дальнейшего исследования вопроса и определения списка требований, будут предложены результаты комбинирования состава АС, т.к. эти факторы будут напрямую влиять на фокусирование звукового излучения на слушателя, в связи с чем дополнительно будут предложены следующие варианты исполнения ансамбля исполнения АС: 2.0 система, базируемая на основе главной конструкции корпуса и 5.1 система, разрабатываемый корпус будет вмещать в себя низкочастотный излучатель и центральный канал, а левые и правые фронтальные и задние каналы будут помещены в дополнительно разработанные корпуса, стилистически соответствующие общей композиции АС.

2.1.3 Количество полос, как ограничивающий фактор

Возникает вопрос о выборе композиционного ансамбля из трех вариантов, обоснование которым было предложено в предыдущем разделе – это один однополосный низкочастотный горн с вынесением двух сателлитов в отдельные корпуса, жестко совмещенных с телом рупора; 2 горна с 3х полосным делением; один трехполосный низкочастотный горн с центральным

каналом и четырьмя двухполосными колонками. Причины, отвечающие за это решение следующие: личные предпочтения потенциального покупателя, причины, описанные в предыдущем разделе, создание концептуального дизайна и будущего образа линейки АС, объединенной стилистически, и экономические факторы, вложенные в производственный процесс, описанный в последующих разделах. На этом, этапе, основываясь на решение, принятое в разделе 2.1.2. наиболее целесообразным вариантом является отказ от разбиения АС на полосы, поскольку выбор рупорной конструкции позволяет избавиться от такой необходимости

2.1.4 Акустическое оформление, как ограничивающий фактор

Это наиболее значимый фактор, поскольку от выбора акустического оформления напрямую зависит дальнейшее формообразование и концепция Акустической системы.

Было выбрано оформление АС типа четвертьволновая рупор-труба Войта (TQWP), т.к. с точки зрения факторов самостоятельного изготовления имеет ряд преимуществ. В основном, благодаря отсутствию обязательного изготовления разделительных фильтров, тонких и трудоемких настроек, и расчетов фазоинвертора. Но при этом, габариты корпуса получатся весьма внушительных размеров. Большие габариты, в свою очередь, заставляют концентрировать внимание на подавлении механического резонанса.

По своей сути, труба Войта является одним из наиболее оптимальных и имеющих теоретическое обоснование оформлений для АС, и представляя из себя, судя по названию, четвертьволновой рупор. С акустической точки зрения, любые рупоры являются резонаторами с т.н. гребенчатыми частотными характеристиками. Это значит, что общие неравномерности АЧХ системы несколько больше, чем у динамических головок, смонтированных в нее. Также, исходя из названия становится понятно, что длиной корпуса является длина четверти волны на частотах механических резонансов динамических головок ($L = 340/4F_s = 85/F_s$). Это дает нам жесткое

соотношение между длиной проектируемого коридора и раскрывом рупора которое и будет отвечать за последующее формообразование тела рупора.

2.2. Наглядное формообразование

В процессе исследования принципов и аспектов, влияющих на формообразование рупорной аудиосистемы, становится понятно, что количество факторов, и расчетов, которых нужно придерживаться в процессе проектирования-очень велико, но при этом составляет собой некоторый список критериев, при изменении отдельных сегментов которой необходимо вносить корректировки в сопутствующие элементы. Это свойство – закономерно и, теоретически, позволяет автоматизировать процесс изменения отдельных элементов, являющихся взаимосвязанной частью единого целого.

Таким образом, была поставлена задача создания универсального инструмента, позволяющего максимально комфортно управлять всеми входными и выходными данными в процессе формообразования аудиосистемы, преследуя следующий ряд целей:

- Рассмотреть факторы, влияющие на формообразование тела рупора;
- Разработать методику, позволяющую автоматизировать создание тела рупора в соответствии с рассмотренными ограничивающими факторами и дающую возможность просмотра в интерактивной трехмерной среде выходного результата с изменением входных данных в режиме реального времени;
- Создать пользовательский интерфейс для управления трехмерной моделью тела рупора.

2.2.1 Конструкторские приемы уменьшения габаритов тела рупора

Рупор – это преобразователь, который согласует сопротивление излучения головки с сопротивлением воздушного пространства [17].

Его габариты жестко привязаны к нижней излучаемой частоте и никакими способами их уменьшать нельзя - иначе рупор просто не будет

работать. Рупорные конструкции (Рисунок 13), предназначенные для воспроизведения, как голосового диапазона, так и баса имеют очень большие габариты. Длина рупора в них достигает 1-5 метров, а площадь выхода «раскрыв» 2-4 кв. метра.



Рисунок 13 Пример применения классического тела рупора в современной аудиосистеме фирмой Specimen

В связи с этим, по статистике, колонки с такими размерами решается поставить в дом один из ста ценителей хорошего звучания аудиосистем.

Для уменьшения габаритов рупорных колонок применяют несколько методов:

- Сворачивание рупора в спираль (Рисунок 14), или «змею» дает уменьшение внешних габаритов, сохраняя при этом необходимые длину и раскрыв



Рисунок 14 Пример сворачивания в спираль, пример сворачивания в "змею"

- Тело рупора выносят за габариты комнаты под пол (Рисунок 15), в потолок или другую комнату, оставляя в видимой зоне только его выходное отверстие (Рисунок 16).



Рисунок 15 Пример закладки рупора в фундамент



Рисунок 16 Пример выноса тела рупора в стены

- Колонки делают комбинированными (Рисунок 17). Для воспроизведения низких частот в них устанавливается басовый модуль с обычной динамической головкой. Средние и высокие частоты, которые наиболее информативны для воспроизведения музыки оставляют рупорными.



Рисунок 17 Пример комбинированных колонок

В последней конфигурации колонки получают приемлемых габаритов для жилого помещения. Такие конструкции пользуются наибольшей популярностью среди ценителей рупорных аудиосистем.

Использование определённого приема уменьшения габаритов коридора рупора позволяет приблизиться к формированию окончательного вида концепции.

2.2.2 Толщина материала корпуса тела рупора

Волна, отраженная от внутренних поверхностей стенок корпуса колонки, накладывается на основные сигналы и создает искажение воспринимаемого слушателем звука, интенсивность которого зависит от плотности используемого материала. Решение этих задач часто приводит к тому, что корпуса стоят гораздо дороже компонентов, заключенных в них.

Толщина материала будет влиять на массовые характеристики и визуальное восприятие корпуса АС, давая возможность более детального представления окончательной концепции.

2.2.3 Создание алгоритма реализации формообразования тела рупора в интерактивной трехмерной среде

Для создания трехмерной модели тела рупора с учетом факторов, отвечающих за формообразование, была выбрана программная среда Autodesk 3Ds Max.

Выбор данной программной среды был обусловлен возможностями и инструментами данного программного обеспечения, дающих возможность:

- Автоматизировать расчеты, необходимые для создания тела рупора в соответствии с ранее рассмотренными ограничивающими факторами
- Просмотреть в интерактивной трехмерной среде выходные результаты расчетов с изменением входных данных в режиме реального времени
- Создать интуитивный и дружелюбный пользовательский интерфейс для управления входных и выходных данных
- Воплотить рассчитанную трехмерную модель тела рупора в виде высококачественного фотореалистичного изображения

Автоматизация расчета тела рупора произведена с помощью встроенного в программную среду Autodesk 3Ds Max компонента MAXScript (Рисунок 18), позволяющего создавать скрипты на собственном языке программирования либо на языке программирования Python.

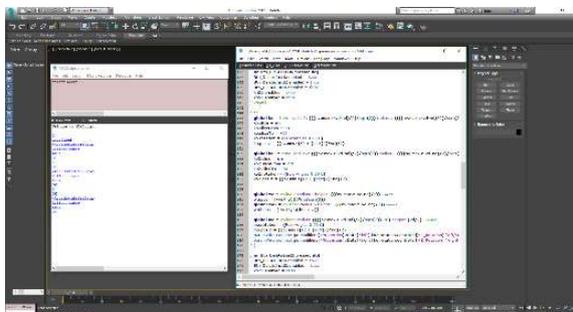


Рисунок 18 Интерфейс программного обеспечения Autodesk 3Ds Max с частью скрипта, выполненного в программной среде MAXScript

Входными данными для расчетов являются размеры наиболее важных элементов самого тела рупора и цифро-аналоговых преобразователей, расположенных в корпусе рупора, такие как:

- Габаритные размеры тела рупора
- Размер динамика, расположенного в начале коридора тела рупора
- Пропорциональное соотношение площадей начала коридора тела рупора и его выхода

Далее, в скрипте происходят автоматические вычисления соотношений входных данных, приводящие к образованию «правильной» геометрии коридора рупора.

Также, опираясь выходные данные вычислений, скрипт автоматически подбирает необходимую толщину стенок тела рупора в соответствии с наиболее распространёнными на рынке толщинами листовых материалов, равных 6,10,12,16 и 22 мм

2.2.4 Создание интерфейса управления интерактивной трехмерной моделью.

Для получившегося скрипта необходимо запрограммировать визуальную оболочку с управляющими элементами, так же называемую пользовательским интерфейсом (Рисунок 19), для удобства обращения к скрипту с целью введения входной информации и произведения манипуляций с выходной расчетной информацией. Эта операция производится так же посредством написания программного кода в среде MAXScript.

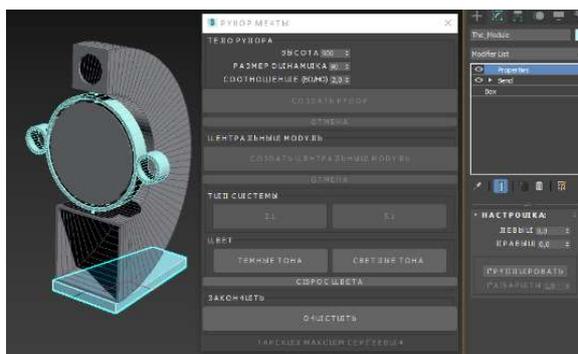


Рисунок 19 Пользовательский интерфейс

В ходе создания инструмента проектирования, были проанализированы основные факторы, отвечающие за формообразование тела рупора для рупорной акустической системы. В ходе аналитики принято решение использовать уменьшение габаритных размеров коридора движения звукового давления посредством сворачивания рупора в спираль (применённый в данном примере тип геометрии спирали рупора именуется «подкова»). Была рассчитана геометрия образования «правильной» формы коридора с учетом характерных особенностей конструкции подобного корпуса для аудиосистем с последующей автоматизацией обработки входных данных.

Дополнительно были внесены алгоритмы, отвечающие за толщину стенок корпуса, т.е. за ступенчатое изменение размеров, равных 6,10,12,16 и 22 мм и соответствующих наиболее распространённым предложениям на рынке листовый пиломатериалов, в зависимости от габаритов, соотношения протяженности участков коридора рупора к площади боковой стенки.

Написанный скрипт был привязан к интерфейсу управления, интуитивно понятному и позволяющему пошагово создавать тело рупора с

вводом входных данных и изменением выходных данных в реальном времени с последующим отображением изменений на трехмерной цифровой модели.

Данное решение позволяет значительно сократить время на создание виртуальной модели корпуса рупорного типа для аудиосистемы с сохранением «правильной геометрии», последующего редактирования получившейся формы.

Также, реализация такого решения позволяет наглядно рассмотреть со всех сторон любую форму корпуса, являющуюся продуктом действия предложенного алгоритма с возможностью максимально представить будущее изделие, в будущем изготавливаемое на производстве благодаря фотореалистичному рендеру.

2.2.5 Отрисовка предварительных эскизов на основе комбинаторного подхода

Компиляция всех факторов, отвечающих за формообразование позволяет создать предварительные эскизы модели проекта ВКР, поскольку т.н. «коридор» маневров в создании образа будущей аудиосистемы проявляется наиболее наглядно в связи с тем, что известны границы действий в формообразовании без негативного влияния на качество звучания АС.

Резюмируя все комбинаторные этапы, пройденные в поисках будущей формы (Рисунок 20), становится явным следующий ряд характеристик, которыми будет обладать проект, рассматриваемый в рамках ВКР:

- По форм-фактору это будет 2.1 система;
- Система будет являться активной;
- по фактору акустического оформления это конструкция рупорного корпуса горнового, типа четвертьволновая рупор-труба Войта (TQWP), рассчитанная по параметру Тиля-Смолла для НЧ динамика;
- не будет необходимости разбиения системы на полосы;
- СЧ/ВЧ динамики будут основаны на корпусе тела рупора.



Рисунок 20 Ручной набросок

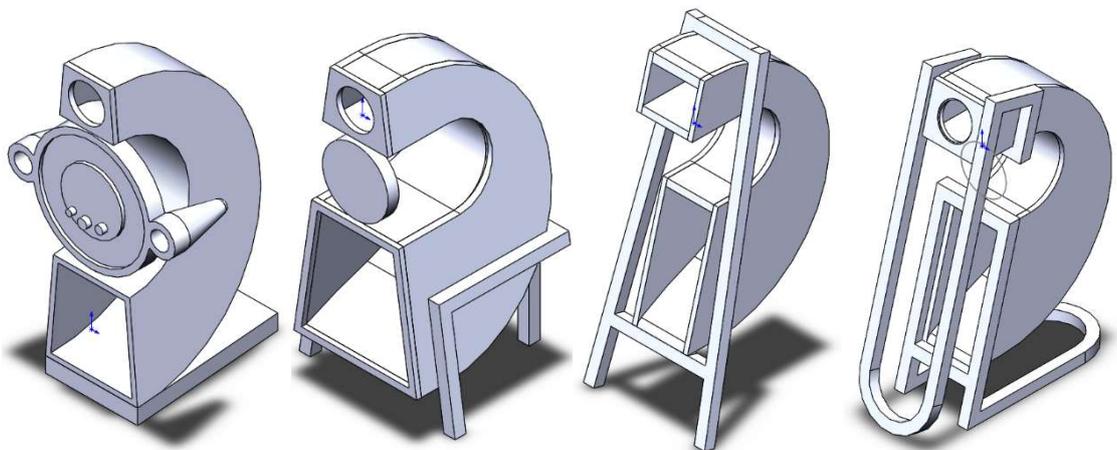


Рисунок 23 Поисковые эскизы

Использование такого рода решения для конструкции корпуса АС позволяет свести к минимуму количество проводов, оставляя лишь провод питания от электросети и провод для передачи цифрового сигнала (от которого также можно избавиться, используя беспроводные ресиверы HI-END класса) на усилитель, встроенный внутрь корпуса. Это даст большое количество возможностей добиться наиболее высокого визуально-эстетического восприятия владельцем аудиосистемы, благодаря неограниченной свободе действий дизайнера на этапе создания образа внешней оболочки корпуса АС (Рисунок 23), выборе материалов облицовки корпуса, использовании лакокрасочных изделий и добавлении дополнительных модульных элементов в корпус аудиосистемы. Все это дает высочайший уровень персонализации

под итогового потребителя с целью угодить его вкусам, лаконично вписать АС в интерьер и разбить итоговый ряд изделий по разным ценовым кластерам.

2.4. Подбор материала для изготовления корпуса рупорной АС

Поскольку основой объекта проектирования ВКР будет тело рупора, рассчитанное для расположения в нем НЧ динамика с целью резонирования звуковой волны по четвертьволновой трубе Войта, характерным негативным свойством которого будет появление обильных нежелательных вибраций, использование волокнистых пиломатериалов, таких как древесина, ДСП, ЛДСП, фанера и ОСП, будет негативно сказываться на качестве итогового воспроизведения звуковой волны. Также, использование высокоплотных сортов древесины не оправданны с экономической стороны вопроса, поскольку итоговая цена изделия возрастет весьма существенно.

Наиболее рациональным материалом для создания рупорной АС, рассчитанной для использования НЧ динамика, является МДФ, благодаря его доступности и способностью противостоять возникновению нежелательных вибраций. Также, этот материал легко обрабатывается, имеет сравнительно небольшую себестоимость, и продается оптимальным для производства габаритами. Благодаря мелкофракционной структуре (Рисунок 24), МДФ равномерно клеится по всей площади (на этапе изготовления АС этот фактор имеет очень большую значимость), легко грунтуется для дальнейшей обработки лакокрасочными изделиями и позволяет производить шпонирование своей поверхности с целью удешевления финального изделия, либо подражания ценным сортам древесины. Экологические свойства МДФ также неocenимы, поскольку МДФ-это материал, изготавливаемый из древесной пыли, по сути являющейся отходами производства, он нетоксичен, а применение технологии шпонирования позволит сократить объемы использования натуральной древесины в тысячи раз.

Но этот материал, в связи со своими физическими свойствами, относительно плохо противостоит рычаговым нагрузкам, т.е, хрупок. Конструкция ножек же должна хорошо противостоять длительной

пластической деформации, для этого, наиболее рациональным будет использование прочных сортов древесины, металлов, пластика.



Рисунок 24 Мелковолокнистая структура МДФ

2.5. Эскизное моделирование, создание финального образа корпуса АС

Финальный этап создания образа конечного изделия, представленного в ВКР - трехмерное моделирование, основанное на перечисленных пунктах 2й главы, поскольку с экономической стороны-этот метод формообразования наиболее рационален, и, фактически, бесплатен, в отличии о изготовления физической опытной модели из воска, либо пластилина.

2.5.1 Моделирование корпуса АС в трехмерной среде

После просчета коридора рупора, с которым можно подробнее ознакомиться статье [19], появляется возможность, без опасности для качества звука, проектировать форму и направление следования четвертьволновой трубы войта.

Проектирование производится в программной среде SolidWorks (Рисунок 25), поскольку точность исполнения геометрии рупора имеет критическую значимость, а эта программная среда позволяет двухмерное проектирование в соответствии со всеми допусками, с последующей возможностью твердотельного трёхмерного моделирования по двухмерным эскизам. Также, программная среда SolidWorks позволяет производить экспортирование каждого элемента проектирования, от векторной геометрии двумерной среды, до высококачественной трехмерной модели с целью дальнейшей реализации проекта, либо высококачественной фотореалистичной визуализации.

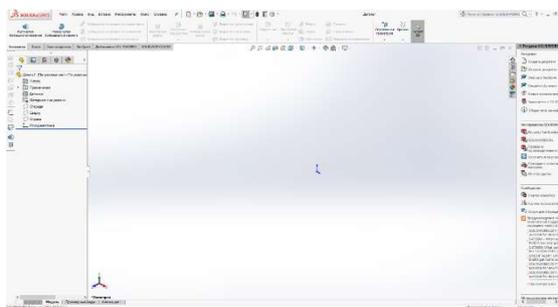


Рисунок 25 Интерфейс программной среды SolidWorks

В первую очередь отрисовывается (Рисунок 26) геометрия коридора рупора, соответствующая параметру Тилля-Смолла НЧ динамика. Для уменьшения габаритов корпуса АС был использован принцип складывания тоннеля змеей, описанный в разделе 2.2.1.

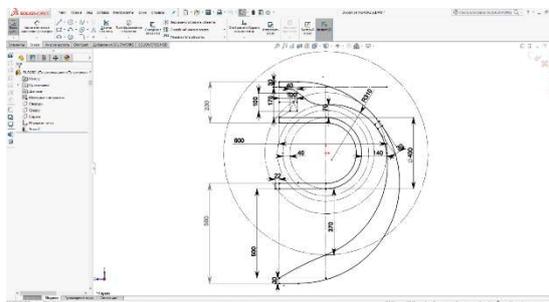


Рисунок 26 Построение геометрии коридора рупора

Используя правильно построенный эскиз «выдавливается» (Рисунок 27) твердотельная трехмерная модель будущего тела рупора, без технологического учета этапов производства, поскольку этот этап является этапом эскизирования.

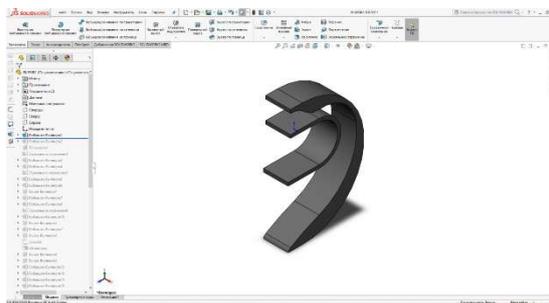


Рисунок 27 Создание твердотельной модели коридора рупора.

Изометрия

Внешний контур эскиза оболочки рупора не повторяет геометрию коридора с целью упрощения визуально-эстетического восприятия внешнего

вида конечной конструкции, приводя ее к минималистичной геометрии элементарных геометрических тел.

Обрисовывание наружного контура позволяет нам создать стенки (Рисунки 28-30), тем самым закончив создание тела рупора, и приступить к поиску сопутствующей геометрии для создания уникального дизайнерского образа. Можно заметить, что в трехмерном пространстве рупор геометрически не раскрывается в X-координате. Такое решение связано с тем, что физическое изготовление такой сложной геометрии увеличит стоимость конечного изделия, предположительно, в десятки раз. Также, такое решение усложнит восприятие наружной геометрии рупора, не позволяя преследовать концепцию минимализма.

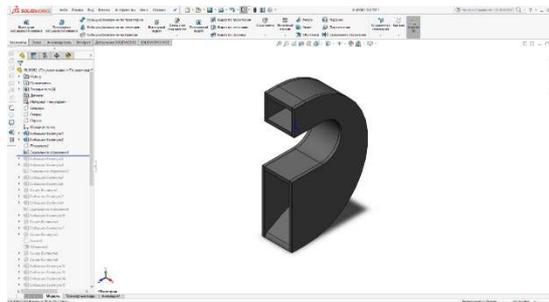


Рисунок 28 Конечное эскизное формообразование тела рупора.

Изометрия

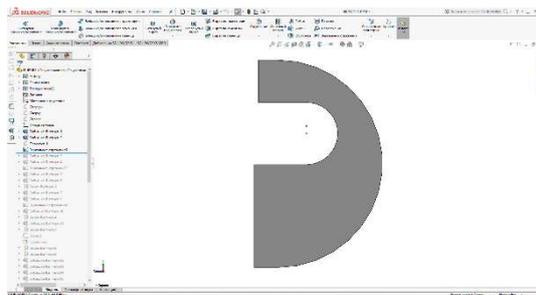


Рисунок 29 Конечное эскизное формообразование тела рупора. Вид

сбоку

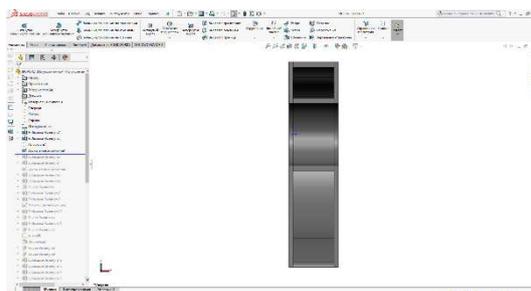


Рисунок 30 Конечное эскизное формообразование тела рупора. Вид спереди

На этом этапе оканчивается проектирование тела рупора, рассчитанного по параметру Тиля-Смолла. Далее, принято решение создать многофункциональную опорную стойку (Рисунок 31). Геометрия стойки будет представлять собой дальнейшее развитие концепции образа корпуса АС.

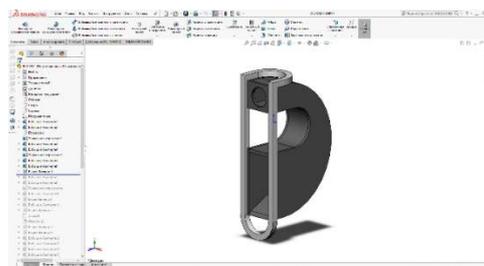


Рисунок 31 Трехмерное эскизирование опорной стойки корпуса АС.

Диметрия

На этом этапе, разработку корпуса рупора для НЧ динамика можно считать оконченной, поскольку форма стойки позволяет ее жестко монтировать в пол и использовать по прямому назначению как часть аудиосистемы с отдельным усилителем. Такое исполнение стойки позволяет поместить на нее защитный тканевый экран, который будет закрывать «раскрыв» рупора, как и техническую площадку, в которую монтируется НЧ динамик. Это не только повысит визуально-эстетические свойства корпуса, но и защитит от механических повреждений мембрану НЧ динамика и предотвратит скопление пыли на лицевой стороне рупора и в его полости.

Но поскольку было принято решение проектирования системы типа 2.1, то этого решения недостаточно. Далее, необходимо разместить фазоинверторный корпус (как наиболее простой в изготовлении) для ВЧ/СЧ динамиков на корпусе тела рупора (Рисунок 32).

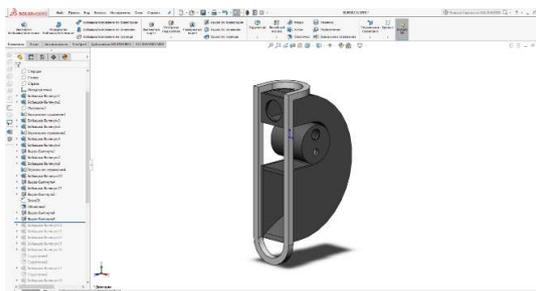


Рисунок 32 Добавление фазоинверторного корпуса для ВЧ/СЧ динамиков в трехмерный эскиз

Подобное исполнение не является оптимальным со стороны аудио-эстетического восприятия системы, поскольку ортогональное расположение направления звучания динамиков накладывает на расположение АС в пространстве ряд требований:

- Для сохранения баланса левого и правого канала, аудиосистема не должна будет стоять боком к стене
- Для сохранения баланса левого и правого канала, расположение аудиосистемы в пространстве должно будет равноудаленно от боковых стен
- Для сохранения баланса левого и правого канала, место слушателя должно располагаться коллинеарно вектору движению звука НЧ динамика, при условии, что АС будет располагаться на достаточном расстоянии от стен и предметов мебели
- Наиболее оптимальное месторасположение АС-в углу комнаты, с соответствием направлением излучения волны НЧ динамика направлению вектора биссектрисы угла, в котором она будет располагаться (в данном случае, геометрия комнаты сама будет являться рупором для всей АС).

Чтобы сохранять многофункциональность, как основное требование комбинаторного дизайна, с целью угодить наибольшему числу потенциальных потребителей, необходимо соблюсти одно еще одно условие, в случае именно этой конструкции типа 2.1-она должна быть переносимой, соответственно, устойчивой. Для этого добавлена многофункциональная задняя ножка в довесок к передней опорной стойке (Рисунки 33-34).

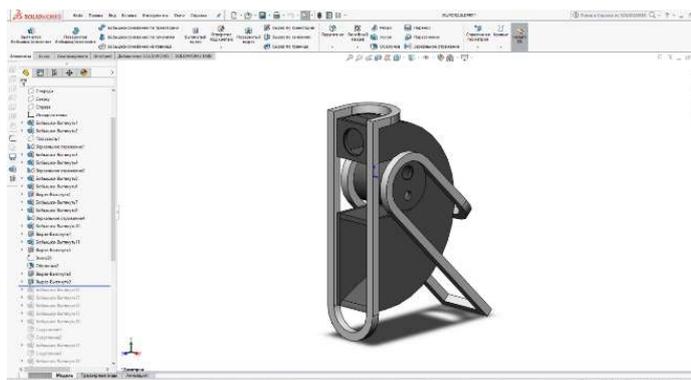


Рисунок 33 Добавление дополнительной опорной конструкции в эскиз.

Диметрия

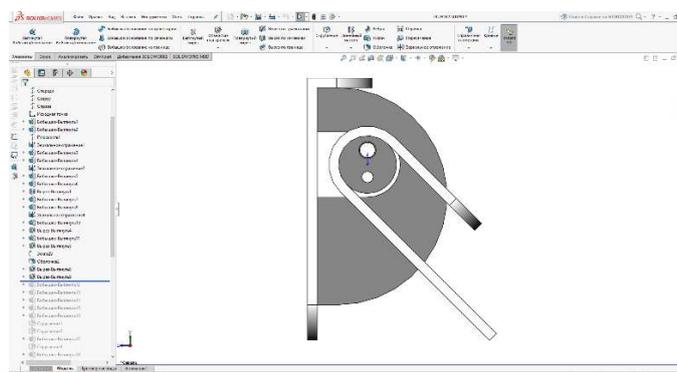


Рисунок 34 Добавление дополнительной опорной конструкции в эскиз.

Вид сбоку

Подобное решение является максимально приемлемым со стороны дизайн проектирования, поскольку оно лаконично дополняет геометрию конструкции, как со стороны визуально эстетического восприятия, технической и аудио-эстетической стороны и, так и фактора технологичности.

Визуально, данное исполнение дополняет образ аудиосистемы, принося в его минималистичный дизайн некоторую долю футуризма и советского авангарда, создавая окончанный образ изделия.

С технологической стороны, она позволяет объединить корпус тела рупора для НЧ динамика с фазоинверторным корпусом для ВЧ/СЧ динамиков. При этом, использование мягких пород древесины в этом узле позволит гасить резонанс в обоих направлениях, как со стороны тела рупора, так и со стороны корпуса правого/левого канала, являясь своеобразной демпферной

прослойкой и ограничивая воздействие резонанса спектра средневысоких и низких частот друг на друга.

Как и в случае с передней стойкой, задняя- легко изготавливается, а угол в 45° был выбран с целью упрощения технологии изготовления, также, рычаг под таким углом не будет критично воздействовать на ножку, позволяя ей легче справляться с массой всего корпуса АС, при этом не слишком сильно увеличивая габарит глубины для корпуса в процессе его размещения в интерьере. Жертвование габаритом глубины также увеличивает устойчивость аудиосистемы в X-координате, соответствующей трехмерной модели.

Один важный плюс такого исполнения опорных стоек-это возможность расположения на них тканевых/металлических защитных экранов (Рисунок 35).

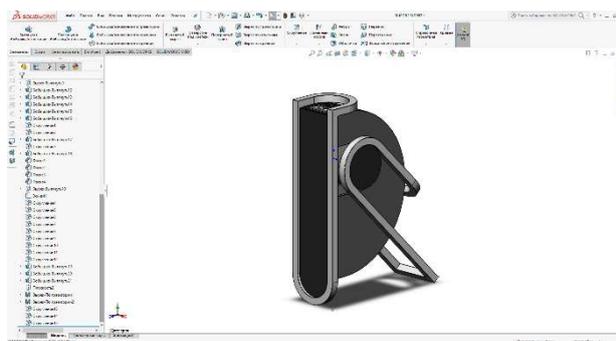


Рисунок 35 Отображение защитных экранов на модели трехмерного эскиза. Диметрия

На этом этапе эскизирования складывается общее впечатление об образе проекта рупорной АС для ВКР и появляется возможность выбора облицовочных материалов оболочки для усиления визуально-эстетических свойств. Весьма удачным решением будет делать тело рупора глянцевым, но для выявления бликов, геометрия рупора является слишком простой. Чтобы не утяжелять композицию, но при этом добавить плавной геометрии для выявления бликов глянца, принято решения добавить галтели (Рисунок 36) на задней стенке тела рупора.

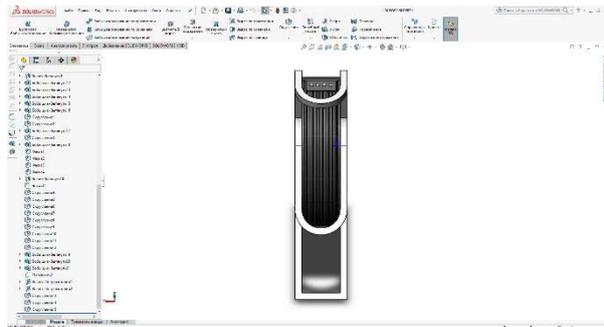


Рисунок 36 Добавление галтелей в тело рупора

Подобное решение технологически оправдано, поскольку на этапе производства не будет сильно усложнять технологический процесс изготовления взамен повышения визуально-эстетического восприятия корпуса рупорной аудиосистемы.

2.6.2 Фотореалистичная визуализация высококачественной модели трехмерного эскиза

Программная среда SolidWorks позволяет добиться полноценного понимания геометрии и формы проектируемой конструкции, но для понимания материальной реализации этого инструмента недостаточно, несмотря на то, что данная программная среда имеет встроенный алгоритм визуализации.

Для этого твердотельная трехмерная модель, полученная в ходе конструирования в программной среде SolidWorks, экспортируется (Рисунок 37) в полигональную модель в программную среду Autodesk 3Ds MAX.

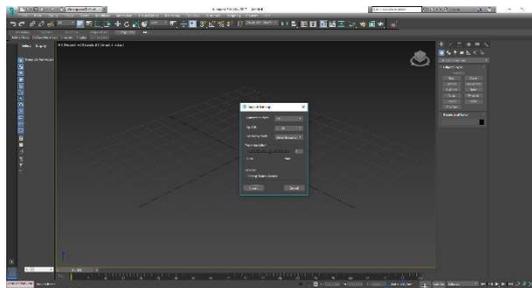


Рисунок 37 Процедура экспорта трехмерного твердотельного эскиза в полигональную среду Autodesk 3Ds MAX

Программная среда 3Ds MAX позволяет добиться фотореалистичного рендера, но этого также недостаточно, чтобы визуализировать материальное исполнение конечного изделия в реальном времени. Для этого необходимо

использовать дополнительный плагин Corona Renderer (Рисунок 38), для которого необходимо написать скрипт, позволяющий создавать дополнительное окно рендера в реальном времени. Подобного рода манипуляции позволяют в полной мере визуализировать трехмерный эскиз в режиме реального времени с возможностью изменения его формы, материального исполнения, и возможностью помещения его в определённую среду, например, интерьер заказчика, с целью наблюдения лаконичности вписывания корпуса рупорной АС в окружающее ее пространство.

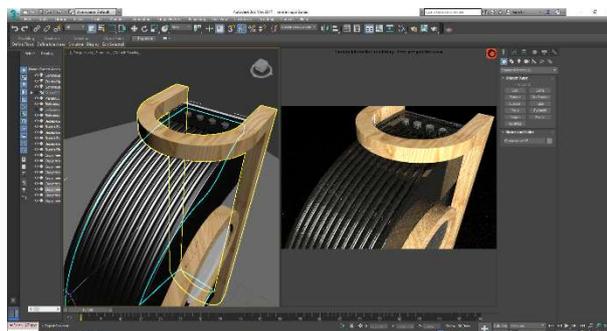


Рисунок 38 Фотореалистичная визуализация трехмерного эскиза в реальном времени при помощи инструмента Corona Renderer

Т.к. одна из возможностей программной среды Autodesk 3Ds MAX-это высококачественная двухмерная фотореалистичная визуализация на основе трехмерной модели, то появляется возможность преобразования трехмерного эскиза в плоское изображение (Рисунок 39), максимально приближенное к конечному результату изготавливаемого в будущем изделия. На этом этапе разработка эскиза для конкретного проектного решения может считаться оконченной, поскольку было получено лаконичное решение образа ВКР, отвечающее дизайнерским требованиям, поставленными в начале исследования.



Рисунок 39 Эскизный планшет, полученный в ходе работы над ВКР

3. Разработка художественно-конструкторского решения

Обладание сложившейся концепцией, вкпе с виртуальной трехмерной моделью, из которой есть возможность снятия точных размеров с полным повторением сложной геометрии чертежа проекта, дает возможность приступить к реализации плана в материальном исполнении.

3.1 Аналитическое построение технологии изготовления, расчет материала

Трехмерная модель в среде SolidWorks позволяет в режиме реального времени снять любой габаритный размер с целью расчета материалов для определенной технологии изготовления.

3.1.1 Технология изготовления

Наиболее рациональная технология изготовления корпуса рупорной аудиосистема для данного проекта ВКР-это разделение массивного элемента тела рупора на плоскостные сегменты, с толщинами, соответствующие толщинам выбранного пиломатериала с последующей плоскостной склейкой под давлением, образующий цельный массив элементов. Использование листового МДФ толщины 22мм-наилучший выбор, поскольку габариты листа значительно больше пиковых габаритных размеров деталей тела рупора. Несмотря на то, что существует возможность использования листового материала большей толщины, выбор 22мм оправдан, поскольку это наиболее распространенное предложение на рынке пиломатериалов, характерных для Сибирского Федерального Округа, как и в частности, для Томской области. Также, относительно малая толщина материала позволит экономить ресурс износостойкости контурной фрезы, сводя изнашивание ее режущей кромки к минимуму.

Разделение габаритного размера тела рупора, соответствующего X-координате трехмерной модели, равного 226мм на толщину листового МДФ, равную 22мм сообщает о том, что количество склеиваемых деталей, необходимых для набора массива тела рупора равняется 10, при этом происходит теоретическое несоответствие габаритов трехмерной модели,

модели физической, равное 4мм. Это допустимая погрешность, поскольку неизвестно, какую толщину в массив деталей добавит клей. Только практическим путем, по окончанию высыхания склеенного массива деталей, можно будет снять фактический размер тела рупора. Практически было проверено, что сумма толщин 9 плоскостных швов находится в пределах 0.5-2мм, зависимости от соблюдения технологии прессования. И если в процессе прессования деталей, толщина общей конструкции будет недостаточна, то эту погрешность можно будет исправить путем приклеивания плоскостей шпоном (толщина шага наращивания толщин равняется 0.2мм, что соответствует спецификации ясеневое шпона). В случае, если толщина рупора будет превышать габариты, заданные трехмерной моделью, эту погрешность можно исправить путем шлифования одной из лицевых плоскостей до необходимого размера.

Также, с целью экономии используемого материала, детали тела рупора, имеющие форму полукруга, рекомендуется дробить на сегменты с последующей торцевой склейкой.

Точное повторение геометрии коридора рупора- крайне важный аспект, которого можно добиться путем изготовления деталей на фрезерном станке с ЧПУ.

Изготовление опорных стоек из МДФ-недопустимо, в связи с причинами, описанными в разделе 4.2. Как и тело рупора, стойкам необходимо следование точным размерам, наиболее оправданным вариантом будет, также, как и в случае изготовления тела рупора, использование фрезерного станка с ЧПУ, но класс погрешности при этом становится ниже. Этот фактор не важен, поскольку класс точности станка, на котором будут изготавливаться все компоненты корпуса АС равняется 0.02мм. Крайне важно соблюдение таких условий, как сегментирование заготовок стоек на пиломатериалы, обладающие разной волокнистостью и уровнем прочности, и способностью противостоять упругой деформации. Также, использование древесины в качестве пиломатериалов заставляет следить за направлением движения

волокна в местах изгибов стоек. В случае, если вектор направления приложения нагрузок будет сонаправлен с вектором, параллельным расположению волокон, это может привести к расщеплению с последующим отслоением древесины в местах изгиба геометрии стойки.

Обе эти проблемы решаются путем радиального расположения волокон бруса в местах изгиба геометрии опорной стойки и вставкой необходимых пород древесины на определенных промежутках заготовки, с последующей склейкой в струбцинах. Далее, высушенная U-образная заготовка из массива разных сегментов также, как и тело рупора подвергается фрезерованию на станке с ЧПУ.

По окончанию технологических процессов изготовления, имеется следующий ряд деталей:

- Внутренняя дуга тела рупора;
- Наружная дуга тела рупора;
- Стенки рупора, повторяющие наружную геометрию рупора;
- Передняя опорная стойка;
- Задняя опорная стойка;
- Цилиндрический фазоинверторный корпус для ВЧ/СЧ

динамиков.

Все они проходят процедуру шлифовки, процедуру контрольного замера, после чего обрабатываются лакокрасочными изделиями, тело рупора обшивается изнутри шероховатой тканью. По окончанию этого технологического процесса производится сборка всей конструкции воедино.

Следование подобной технологии изготовления позволит создать физический объект, соответствующей виртуальной трехмерной модели с точностью до 0.02 мм по всем габаритам.

3.1.2 Расчет материала

Для точного расчета материала пригодится трехмерная твердотельная модель, описываемая в разделе 2.6.1.

Из программной среды SolidWorks экспортируются эскизы, содержащие в себе векторную геометрию, необходимые для расчета материалов и последующего создания управляющей программы для среды ЧПУ.

Экспортирование производится в формат DWG/DXF (Рисунок 40), поскольку именно с этими форматами одинаково корректно работают все программные среды, необходимые в ходе работы.

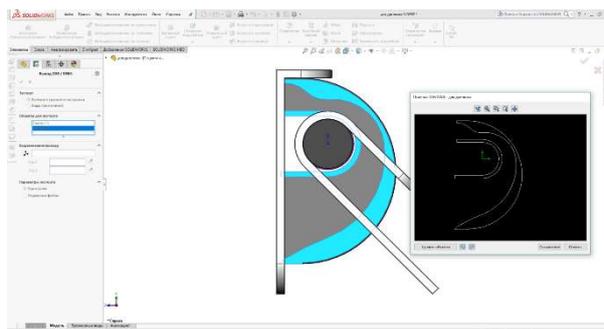


Рисунок 40 Процесс экспорта геометрии трехмерной модели в векторную геометрию

Данный вектор импортируется в программную среду CorelDraw (Рисунок 41), где он расслаивается десятикратно, разбивается на необходимые сегменты.

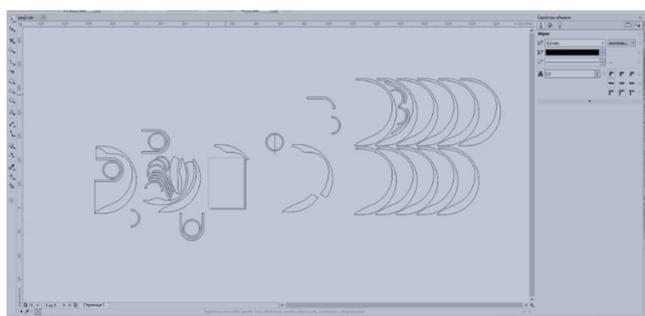


Рисунок 41 Работа с векторным эскизом изделия

После чего, производится полуавтоматический подсчет необходимого листового материала с учетом технологии изготовления с автоматическим размещением эскизов деталей на площади листа пиломатериала в программной среде Cutting Optimization Pro [18].

В процессе подготовки к изготовлению корпуса для рупорной аудиосистемы были проведены расчеты в программной среде SolidWorks,

которые показали, что массовые характеристики опытной модели в реальном размере будут равняться 76 кг (Рисунок 42). В связи с этим было принято решение уменьшить габариты опытной модели в 2 раза. Данное решение позволит уменьшить массу изделия примерно в 10 раз, значительно уменьшит себестоимость, сроки и сложность изготовления. Но при этом, рупор перестанет работать, поскольку его коридор был рассчитан по параметру Тиля-Смолла для конкретного НЧ динамика. В связи с этим, также, было принято решение изменить геометрию тела рупора с целью большего облегчения конструкции.

```
Массовые характеристики: !RUPOR2
Конфигурация: По умолчанию
Система координат: -- по умолчанию --

Плотность = 800.00 килограммов на кубический метр

Масса = 75.75 килограммов

Объем = 0.09 кубические метры

Площадь поверхности = 7.78 квадратных метры

Центр тяжести: ( метры )
X = 0.11
Y = -0.19
Z = -0.06
```

Рисунок 42 Расчетные данные в программной среде Solidworks

На этом этапе получена вся необходимая информация о количестве материала, необходимого для изготовления всего списка деталей, поэтапно расписана технология изготовления, подобранная наиболее рациональным образом под конкретное изделие, являющееся опытной моделью для демонстрации результата исследований, проведенных в ВКР.

3.2 Изготовление полезной модели

Описано создание полезной модели, дополняющее макет, т.к. в отличие от макета, полезная модель отражает конкретное стилистическое отображение, и является подробным примером реализации изделия, созданного под заказ при использовании комбинаторного подхода в дизайне и разработке высокоэффективной аудиосистемы.

3.2.1 Этапы производства корпуса рупорной аудиосистемы

Следуя технологическому плану (раздел 3.1.1), появляется возможность корректной реализации трехмерного объекта, описанного в разделе 2.6.1

- **подготовка УП и пиломатериала**

Первый пункт-это подготовка управляющей программы, в дальнейшем УП, для фрезерного станка с ЧПУ woodpecker CAMARO 1530Y

Для этого, необходимо использовать векторное изображение, полученное в ходе работы над разделом 3.1.2, конвертированное в форматы DWG/DXF.

Данный вектор импортируется программной средой ArtCAM (Рисунок 43) для написания УП, необходимой для координации фрезы, относительно полотна листового пиломатериала.

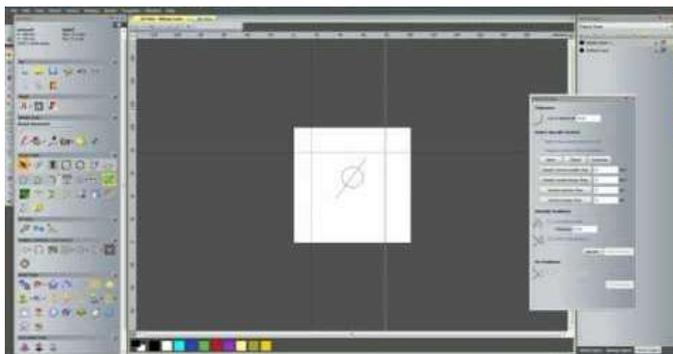


Рисунок 43. Интерфейс программной среды ArtCAM

- **предварительная подготовка материала**

На форматном столе листы МДФ распускаются до размеров, оптимально соответствующих расположению на них деталей, но не превышающих размер рабочего стола фрезерного станка с ЧПУ.

Предварительно, вся поверхность получившихся прямоугольников шлифуется для удаления неровностей и повышения свойства склеиваемости плоской поверхности деталей.

- **Разка и склейка деталей**

УП загружается на фрезерный станок с ЧПУ посредством интерфейса USB, прямоугольный лист заготовки помещается на рабочий стол станка,

выставляется 0-координата фрезы, рассчитанной на раскрой деталей (Рисунки 44-45).



Рисунок 44-45. Процесс фрезерования, выходные элементы

Полученные в ходе фрезерования детали проходят торцевую шлифовку для повышения свойства склеиваемости, на них наносится тонкий слой столярного клея ПВА, полученная конструкция помещается в промышленный пресс с установленным давлением, равным 120кг, и температурой, равной 80С на время, равное 4 часам, с контурным расположением закладных, равных высоте закладываемой детали (Рисунок 46).



Рисунок 46. Выходные детали

Изъятые из пресса детали тела рупора проходят финальную шлифовку (Рисунок 47), и с точным повторением цикла технологического процесса склеиваются с боковыми стенками рупора.

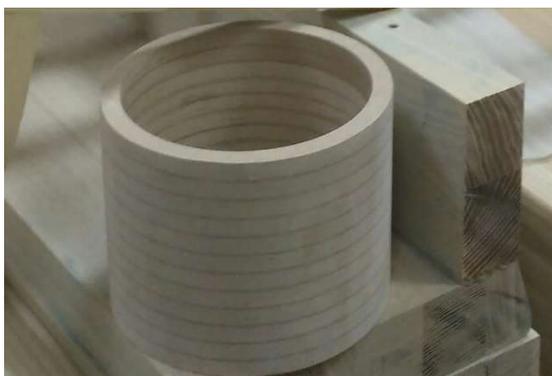


Рисунок 47. Готовый корпус рупора и цилиндрический корпус для СЧ/ВЧ динамиков

Технология изготовления фазоинверторного корпуса для СЧ/ВЧ динамиков в точности повторяет процесс изготовления корпуса рупора.

Процесс машинной обработки деталей, именуемых опорными стойками корпуса, в точности повторяет процесс резания на фрезеровальном станке, описанный ранее. Подготовка же заготовки для машинной обработки-самый сложный этап в процессе изготовления, поскольку этот процесс невыгодно автоматизировать, а квалификация плотника, изготавливающего дугу и склейку сегментов, состоящих из разных пород древесины, с учетом общего узора древесины всей детали, должна быть высока, соответственно, высокооплачиваема.

Важно полное соблюдение технологического процесса, описываемое в разделе 3.1.1, поскольку конструкция стоек «оббивает» корпус рупора, соединяя его с фазоинверторным корпусом, а изготовление этих деталей не цельными (Рисунок 48) недопустимо, т.к. нарушит Аудио-техническую и визуально-эстетическую (Рисунок 49) концепции.



Рисунок 48 Радиальные и опорные сегменты заготовки



Рисунок 49 Готовые опорные стойки

- **обработка лакокрасочными изделиями**

Правильнее всего-предварительное покрытие отдельных деталей перед окончательной сборкой всего корпуса, т.к. в противном случае, велика вероятность попадания краски, предназначенной для корпуса рупора на поверхность деталей стоек, образование трещин и сколов лака на месте стыков деталей, и в целом, полная покраска всего объекта усложняет технологический процесс. В связи с долгим сроком обработки поверхности корпуса ЛК изделиями и высокой маркостью финального изделия, было принято решение нанесения первичного слоя грунта (Рисунок 50) без покрытия краской и глянцевым лаком с последующей черновой сборкой и разметкой крепления (Рисунок 51) деталей без покраски.



Рисунок 50 Грунтованный корпус тела рупора

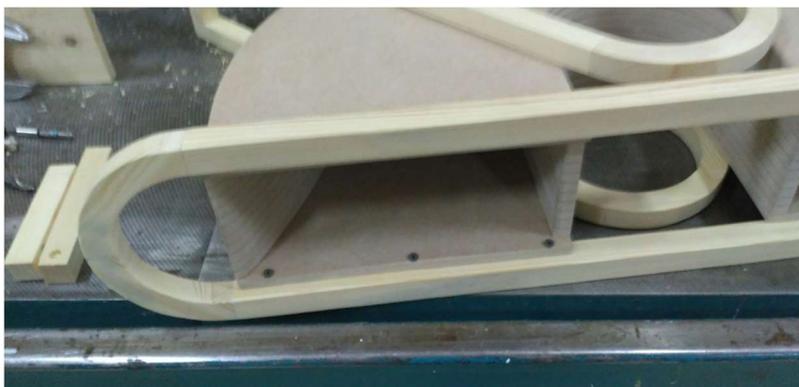


Рисунок 51 Разметка крепежных элементов перед покраской

- **Сборка**

По окончании высыхания ЛК материалов производится сборка (Рисунок 52) конструкции в соответствии с трехмерной моделью (Рисунок 53).

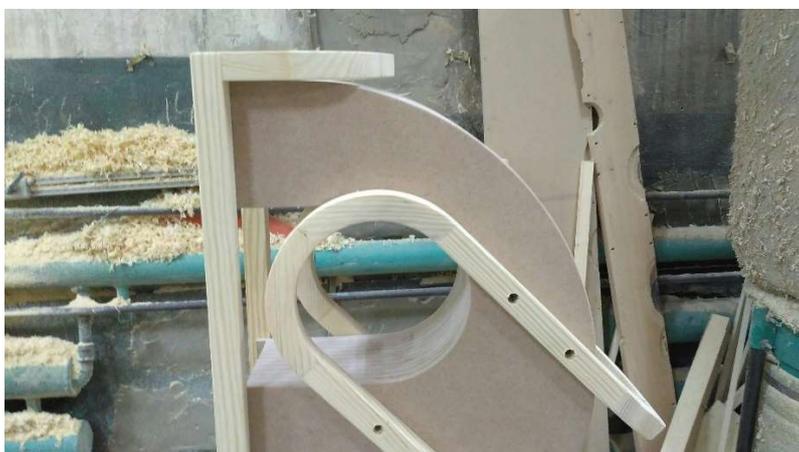


Рисунок 52 Процесс сборки



Рисунок 53 Серия фотографий готового корпуса рупорной АС

3.3. Изготовление макета

Для изготовления макета, необходимо использовать векторное изображение, полученное в ходе работы над разделом 3.1.2.

В программной среде CorelDrawd создается эскиз, напоминающий эскиз для проектирования корпуса АС, но в пропорции 7:1. Эта пропорция возникает из того, что фактический способ изготовления похож на способ изготовления полезной модели, но вместо фрезерования пиломатериалов, будет использоваться лазерная резка оргстекла (Рисунок 54), а оптимальная (Рисунок 55) толщина доступного оргстекла равняется 3мм (Рисунок 56).

Лазерный гравировальный станок не нуждается в создании отдельной управляющей программы, поскольку среда CorelDraw обладает встроенной возможностью управлять движением линзы лазера.



Рисунок 54 Процесс лазерной резки



Рисунок 55 Готовые детали

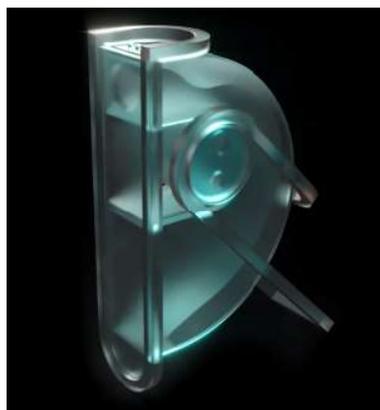


Рисунок 56 Готовый макет

3.4 Оформление графического и презентационного материала

Выбор шрифтовых решений основывается на сопоставлении визуального восприятия шрифтовых групп (Рисунок 58) и сформулированной стилистики проекта корпуса для рупорной аудиосистемы, относящейся к изделиям HI-END класса.



Рисунок 57 Планшет TQWP «Hegaldia» с использованием шрифта «Iris KG»

Для заголовка использовался шрифт «Iris KG» с идентификатором MS: Iris KG: 2015, относящийся к винтажным шрифтам. Данный шрифт лаконично вписывается в общее оформление планшета, имеет широкое межсимвольное расстояние, благодаря чему, субъективно уместен для блока текста заголовка. Для информационных текстовых блоков использовался шрифт «Futura», принадлежащий семейству геометрических гротесков. Данный шрифт - без засечек, имеет округлые формы, большую аперттуру, легкочитаем.

В качестве фоновой заливки пространства планшета был выбран черный цвет для обозначения глубины композиции и повышения контрастности восприятия элементов корпуса АС.

Вывод

В ходе проделанной работы была выбрана и обоснована технология изготовления, рассчитаны объемы необходимых материалов, подобраны оборудование и станки, наиболее удачно подходящие для изготовления, было определено время, необходимое на изготовление корпуса АС – от момента получения пиломатериала до окончания черновой сборки было потрачено порядком 12 человеко-часов и 3х часов автоматизированной резки на станке с ЧПУ. По окончании проделанных работ, проведен анализ соответствия изготовленных деталей поставленным требованиям – полученная модель в точности повторяет спроектированную в трехмерной среде модель и отвечает всем дозволенным нормам дозволенной погрешности.

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

Студенту:

| | |
|---------------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 8Д31 | Тарских Максиму Сергеевичу |

| | | | |
|----------------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Институт | ИК | Кафедра | ИГПД |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление | Дизайн |

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

| | |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | Оценка потенциальных потребителей исследования, SWOT-анализ, QuaD-анализ, анализ конкурентных решений |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | Планирование этапов работ, определение трудоемкости и построение календарного графика, формирование бюджета |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | Оценка сравнительной эффективности исследования |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *График проведения и бюджет НИ*

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

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|------------------|--------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Петухов О.Н. | Кандидат наук | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|--------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 8Д31 | Тарских М.С. | | |

Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчёт основных параметров для реализации конкурентоспособных изделий, которые не только приносят доход, но и отвечают современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Продуктом, для запуска на рынок, является корпус рупорной аудиосистемы «Hegaldia».

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителя эстетическими качествами, соответствия аудио-техническим показателям расчетной четвертьволновой трубы войта, при этом быть функциональным, технологичным, эргономичным, и что самое главное - иметь способность выдерживать рыночную конкуренцию.

Тема является актуальной по причине того, что на данный момент времени производится большое количество неклассических конструкций фазоинверторных корпусов, как и широчайший ряд аудио-технических комплектующих, а значит этот тип товара интересен покупателю. Но на рынок должен поставляться качественный и на сто процентов успешный товар.

Для того чтобы решить задачи, связанные с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективностью и ресурсосбережением, в экономическом разделе ВКР нужно:

- Провести анализ и исследования рынка покупателей;
- Рассмотреть и исследовать разработки конкурентных решений;
- Провести SWOT-анализ;
- Провести планирование НИР;
- Рассчитать материальные затраты на изготовление;

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Произведем анализ рынка потенциальных потребителей. Данное изделие направлено на группу людей, которые могут иметь достаток средний и выше среднего, т.к. индивидуальный дизайн корпуса АС, как результат комбинаторного подхода в дизайне является мелкосерийным и рассчитан на сравнительно узкую группу ценителей хорошего аудио звучания, способен иметь в своём составе редкие сорта древесины, наряду с дорогостоящими лакокрасочными изделиями, как и фактический фактор, ведущий к её удорожанию – это индивидуальный расчет коридора тела рупора под параметр Тиля-Смолла НЧ динамика заказчика, общие технико-конструкторские изыскания и сложный технологический процесс, связанный с ручным трудом и напрямую зависящий от высокой квалификации плотника. Также она привлечёт внимание владельцев частных домов, крупных студий, больших залов и библиотек. Изделие направлено для продажи физическим лицам, где главными критериями сегментирования являются возраст и уровень дохода (выбираются два наиболее значимых для рынка). В связи с этим строится карта сегментирования рынка.

Таблица 1. Карта сегментирования рынка

| | | Уровень дохода | | |
|---------|-----------------|----------------|---------|---------|
| | | Низкий | Средний | Высокий |
| Возраст | Молодые люди | | | + |
| | Средний возраст | | + | |
| | Пожилые люди | | + | |

Рассмотрев данную таблицу можно отметить, что в данном примере показано, где уровень конкуренции отсутствует или имеет низкие показатели. Видно, что на рынке по производству дизайнерского корпуса АС основная целевая аудитория – это финансово обеспеченные люди, но со средним, средневысоким достатком. Из этого следует, что мастерские по изготовлению корпусов АС из пиломатериалов должны быть нацелены на людей со средним и высоким доходом, т.к. именно эти сегменты интересуются рынком HI-END аудиосистем.

4.2.2 Анализ конкурентных технических решений

Важно произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы иметь возможность оценить возможность составить конкуренцию другим производителям подобной продукции.

Основными конкурентами были выбраны разработки:

1. Аудиосистема форм-фактора 2.1, базируемая на Четвертьволновой рупорной трубе Войта «Hegaldia» (разработка данной ВКР)



Рисунок 57 TQWP «Hegaldia» производства подразделения ketto sound фирмы ketto design workshop (разработка данной ВКР).

2. Рупорная акустика Maxonic TW 1300



Рисунок 58 «Махonic TW 1300»

3. Рупорно-Композитная АС «Forgotten Sound - Twin Towers»



Рисунок 59 «ANELLO»

1. Рупорная «Blumhofer Fun 10 Орех (walnut)»



Рисунок 60 «Blumhofer Fun 10 Орех»

Результаты анализа конкурентоспособности приведены в таблице 2

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес | Баллы | | | | Конкурентоспособность | | | |
|---|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | Б ₁ | Б ₂ | Б ₃ | Б ₄ | К ₁ | К ₂ | К ₃ | К ₄ |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | | | |
| 1. Функциональность | 0,03 | 5 | 4 | 4 | 4 | 0,15 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 2. Эстетика | 0,3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,5 |
| 3. Простота эксплуатации | 0,1 | 5 | 5 | 5 | 4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 |
| 4. Энергоэкономичность | 0,08 | 3 | 4 | 5 | 4 | 0,24 | 0,32 | 0,4 | 0,32 |
| 5. Потенциал разработки | 0,07 | 5 | 4 | 3 | 4 | 0,35 | 0,28 | 0,21 | 0,28 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность на рынке | 0,09 | 4 | 3 | 3 | 4 | 0,36 | 0,27 | 0,27 | 0,36 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,04 | 3 | 4 | 4 | 3 | 0,12 | 0,16 | 0,16 | 0,12 |
| 3. Цена | 0,08 | 4 | 4 | 3 | 3 | 0,32 | 0,32 | 0,24 | 0,24 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,18 | 5 | 4 | 4 | 4 | 0,9 | 0,72 | 0,72 | 0,72 |
| 5. Послепродажное обслуживание | 0,03 | 5 | 3 | 3 | 3 | 0,15 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Итого: | 1 | 44 | 39 | 39 | 37 | 4,59 | 3,98 | 3,81 | 4,07 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i ,$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, можно сделать вывод о том, что главной конкурентной уязвимостью является функциональность, предполагаемый срок эксплуатации или послепродажное обслуживание.

4.2 SWOT-анализ

SWOT – анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 4. Итоговая матрица SWOT

| | Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высочайшие художественно-эстетические характеристики. С2. Индивидуальный подход к потребителю. С3. Небольшая производственная площадь. | Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Сложная технологическая карта процессов изготовления. Сл2. Требование к высокому классу точности в процессе изготовления. |
|---|--|---|
| Возможности: В1. Использование нескольких технологий при изготовлении изделия (печать, литье). В2. Снижение цены на продукт. | В1С1: Отсутствие на рынке подобных разработок (так как изделие выполнено в определенном стиле и является авторским) увеличивает возможность привлечения клиентов. В2С2С3: Продукт беспрепятственно войдет на рынок благодаря высокой конкурентоспособности, за счет длительного срока эксплуатации и послепродажного обслуживания. Низкая цена обеспечивается соответствующими сильными сторонами (С2С3). | В1Сл1: Изделия, определенной стилизации могут не вызвать интереса покупателей. |

| | | |
|--|---|---|
| <p>Угрозы: У1. Развитая конкуренция технологий производства. У2. Введения доп. государственных требований к сертификации продукции.</p> | <p>У1С2: Развитая конкуренция технологий производства может не сказаться на освоении технологии за счет длительного срока эксплуатации. У2С3: Небольшая цеха, работающего с пиломатериалами, может привести к чрезмерному вниманию и вмешательству государственных организаций, обеспечивающих контроль санитарных норм, что может замедлить процесс запуска производства.</p> | <p>У1Сл2: Из-за недостатка оборудования изделия могут быть более грубый квалитет обработки, чем у конкурента.</p> |
|--|---|---|

4.3 Планирование научно-исследовательских работ

4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках ВКР;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление примерного времени продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Выполнение данной ВКР не требует большого количества участников. В рабочую группу входит научный руководитель и студент.

В данном разделе была составлена таблица, отражающая примерный порядок этапов выполнения выбранного научного исследования, а также распределения исполнителей по видам работ (таблица 4).

Таблица 4. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы | № Раб | Содержание работ | Должность исполнителя |
|----------------|-------|------------------|-----------------------|
|----------------|-------|------------------|-----------------------|

| | | | |
|--|----|---|------------------------------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение темы технического задания | Руководитель темы |
| Выбор направления исследований | 2 | Изучение материалов по теме | Студент |
| | 3 | Технический обзор аналогов | Студент |
| | 4 | Выбор направления исследований | Руководитель темы Студент |
| | 5 | Календарное планирование работ по теме | Руководитель темы Студент |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 6 | Проведение теоретических расчетов и обоснований | Студент |
| | 7 | Разработка корпуса АС | Студент |
| Изготовление изделия | 8 | Изготовление корпуса АС | Студент |
| Оформление отчета по ВКР | 9 | Составление пояснительной записки | Студент |
| Подведение итогов работы | 10 | Утверждение содержания пояснительной записки, оценка проведенной работы | Руководитель темы |

4.3.2 Расчет материальных затрат

Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта (приобретаемые сырье и материалы, запасные запчасти для ремонта оборудования, упаковка и т.д.). Помимо вышперечисленных затрат, в материальные затраты также включаются затраты на канцелярские

принадлежности, диски, картриджи и т.п. В данном разделе, их учет ведется только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} ,$$

Где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м²);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 5.

Таблица 5. Материальные затраты

| Наименование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на мат-лы, руб. |
|---------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------------|
| Листовой МДФ 22мм | Шт. | 2.2 | 3 796 | 8351 |
| Брус кв. сечением 50х50х2000мм, сосна | Шт. | 0.1 | 80 | 8 |
| Брус кв. сечением 50х50х2000мм, ясень | Шт. | 1 | 120 | 120 |

| | | | | |
|--|-----|-----|-------|-------|
| ПУР-клей КЛЕЙБЕРИТ | Кг | 0.5 | 900 | 450 |
| Клей Titebond II Premium столярный влагостойкий | Шт. | 1 | 428 | 428 |
| Полиуретановы й грунт | Л | 0.5 | 748 | 374 |
| Черная перламутровая эмаль | Л | 0.5 | 12000 | 6000 |
| Лак акриловый | Л | 0.5 | 2 412 | 1206 |
| Итого | | | | 16937 |

Вывод

В ходе работы над частью выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были рассчитаны себестоимость ВКР для трех различных исполнений. Различия в себестоимости можно объяснить человеческим фактором, а именно низкой работоспособностью, болезнями, недостаточным опытом работы или низкой квалификацией рабочего, а также человеческим фактором. Так же, проведя оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, были выбраны свободные ниши рынка, на который необходимо ориентироваться производителю. Матрица SWOT позволяет оценить слабые стороны технологии, возможные угрозы и слабые стороны. Такой анализ полезен для последующего выхода на рынок. Он позволит учесть большинство факторов, влияющих на конкурентоспособность технологии.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

| | |
|---------------|--------------------------|
| Группа | ФИО |
| 8Д31 | Тарских Максим Сергеевич |

| | | | |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|-------------|
| Институт | ИК | Кафедра | ИГПД |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Дизайн |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

| | |
|---|--|
| 1. Характеристика объекта исследования и области его применения | В рамках ВКР осуществлялось проектирование корпуса аудиосистемы рупорного типа TQWP «Hegaldia» для домашнего и студийного прослушивания. |
|---|--|

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения | Выявление и анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при разработке или эксплуатации корпуса для аудиосистемы. Вредные факторы: – отклонение показателей микроклимата; – психофизиологические; – загрязненность воздуха рабочей зоны – выброс токсичных веществ. Опасные факторы: – травмоопасность; |
| 2. Экологическая безопасность: | При производстве проектируемого объекта и использовании выбранного метода покраски объекта – распыления лакокрасочных изделий, существует вероятность возникновения негативно влияющих на экологию факторов. |
| 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: | Выявление всех возможных чрезвычайных ситуаций, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации корпуса «Hegaldia». |
| 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | Выявление требований и норм организации рабочего места |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 8Д31 | Тарских Максим Сергеевич | | |

Введение

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места мастера, работающего с производством рупорных аудиосистем, с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды. Рабочим местом мастера является мастерская, где проводится основная часть работ по изготовлению дизайнерских изделий на заказ: подготовка технических моделей, фрезерование на станках с ЧПУ, плотницкие работы.

Целью раздела является выявление возможных вредных и опасных факторов технологического процесса производства корпусов из пиломатериалов и дальнейшей обработки лакокрасочными материалами, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье людей, создание безопасных условий труда для рабочих, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Вопросы экологической и производственной безопасности рассматриваются с позиции мастера, непосредственно связанного со всеми процессами производства корпусов АС.

Производственная среда, организация рабочего места должны соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Опасные и вредные факторы производства корпусов АС

К производствам повышенной опасности можно отнести некоторые этапы работы по созданию корпуса для аудиосистемы, так как рабочим приходится иметь дело с опасными механизмами и токсичными лакокрасочными материалами и древесиной ясеня. В рамках производства авторского изделия корпуса, представленного в ВКР, можно выделить следующие опасные и вредные факторы (таблица 5):

Таблица 5. Опасные и вредные факторы при изготовлении изделий из пиломатериалов.

| Источник фактора, наименование видов работ | Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74) | Нормативные документы |
|---|--|--|
| Работа за компьютером: | Физические: <ul style="list-style-type: none"> • Отсутствие или недостаток естественного света; • Повышенная яркость света; • Пониженная контрастность; • Повышенный уровень электромагнитного излучения | ГОСТ 12.2.032 ССБТ. СНИП 23-05-95. |
| Работа в столярном цеху: <ol style="list-style-type: none"> 1. Подгонка, склейка заготовок 2. Фрезерование на станке с ЧПУ 3. Ручное шлифование 4. Прессование отдельных сегментов деталей 5. Покрытие лакокрасочными изделиями 6. Монтаж | Физические: <ul style="list-style-type: none"> • Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; • Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; • Повышенный уровень шума и вибраций на рабочем месте; • Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования; Психофизиологические <ul style="list-style-type: none"> • Монотонность труда • Статические физические перегрузки Химические <ul style="list-style-type: none"> • Токсические и раздражающие, попадающие через органы дыхания, кожные покровы и слизистые оболочки. | ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ СанПиН 2.2.4-548-96 СанПиН 2.2.4-2.1.8.566-96 ГОСТ 12.1.004-91 ГОСТ 12.1.003-83 |

К движущимся машинам и механизмам, действующим на мастера, относятся наждак, бор - машина и шлифовальный круг, фрезерный станок с ЧПУ, рейсмус, торцовка, форматный станок. Физический опасный фактор такой, как повышенная температура поверхности оборудования выражается в виде движущихся элементов станков и нагретых вследствие трения,

температурных режимов работы промышленного пресса, обрабатывающих поверхностей шлифовального круга и инструмента бор - машины.

Помимо повышенных температур данное оборудование предусматривает острые или шероховатые рабочие органы, что может привести к травме. Кроме того, данные механизмы вызывают шумы и вибрации, что также относится к вредным факторам производства. А при снятии материала с будущего изделия при помощи того же оборудования образуется деревянная и абразивная пыль, что приводит к запыленности воздуха.

К химическим факторам производства корпусов для АС можно отнести лакокрасочные изделия, которыми обрабатывается вся поверхность материалов, ПУР-клеи, необходимые для склеивания слоев пиломатериалов.

Стоячая однообразная работа при обработке поверхностей деталей относится к психофизиологическим факторам.

Производственная безопасность обеспечивается, техникой безопасности, которую должен соблюдать каждый работник.

5.1.2 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей среды

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующим на организм сочетанием температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий установлены системой стандартов безопасности труда и указаны в таблице 6. При учете интенсивности труда все виды работ, исходя из общих энергозатрат организма, делятся на три категории. Данные работы можно отнести к работам средней тяжести с затратой энергии 175...232 Вт (категория IIa), связанным с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей.

Микроклимат помещения напрямую влияет на работоспособность и здоровье человека, при повышенной влажности и пониженной температуре скорее проходят различные процессы по разрушению и воспалению суставов; при повышенной температуре проявляется обильное потоотделение, что может приводить к обезвоживанию организма.

Таблица 6. Допустимые и оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений ГОСТ 12.1.005-88

| Период года | Категория работ | Температура, ° С | | | | | Скорость движения, м/с | |
|-----------------|-----------------|-------------------------|------------|---|-------------------|----------------------|--|-----------|
| | | Оптимальная | допустимая | | на рабочих местах | Оптимальная не более | Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных | |
| верхняя граница | нижняя граница | | | | | | | |
| постоянных | Непостоянных | | постоянных | Непостоянных | | | | |
| Холод. | IIa | | 18 — 20 | 23 | 24 | | | 17 |
| Теплый | IIa | 23 — 25 | 30 | 31 | 22 | 21 | 0,3 | 0,3 — 0,7 |
| Период года | Категория работ | Относительная влажность | | | | | | |
| | | оптимальная | | Допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, | | | | |
| Холодный | IIa | 40-60 | | не более 75 | | | | |
| Теплый | IIa | 40-60 | | не более 0(при 30° С) | | | | |

5.1.3 Токсические вредные факторы, проникающие в организм человека через органы дыхания и раздражающие вредные факторы, проникающие в организм человека через кожные покровы и слизистые оболочки

В соответствии с ГН 2.2.5.1313-03 предельно допустимые концентрации наиболее распространенных вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны: фенол = 0,3 мг/м³; формальдегид = 0,035 мг/м³; стирол = 10 мг/м³. Токсичные вещества проникают в организм человека через дыхательные пути, желудочно-кишечный тракт, кожный покров. При дыхании они поступают в легкие, вместе с пищей — в желудок. При попадании на кожу яды могут оказывать местное воздействие. Источником вредного воздействия являются лакокрасочные изделия в малярном помещении цеха.

5.1.4 Повышенный уровень электромагнитного излучения

При длительном постоянном воздействии электромагнитного поля (ЭМП) радиочастотного диапазона при работе за ПЭВМ на организм человека наблюдаются нарушения сердечнососудистой, дыхательной и нервной систем, характерны головная боль, утомляемость, ухудшение самочувствия, гипотония, изменение проводимости сердечной мышцы. ЭМП воздействует на организм теплом. Переход ЭМП в теплую энергию вызывает повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей, органов и клеток.

Кроме того, временные допустимые уровни электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ не должны превышать значения, указанные в таблице 7.

Таблица 7. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

| Наименование параметров | | ВДУ ЭМП |
|-----------------------------------|------------------------------------|---------|
| Напряженность электрического поля | в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц | 25 В/м |
| | в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц | 2,5 В/м |
| Плотность | в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц | 250 нТл |

| Наименование параметров | | ВДУ ЭМП |
|---|------------------------------------|---------|
| Б магнитного потока | в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц | 25 нТл |
| Электростатический потенциал экрана видеомонитора | | 500 В |

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

- 1) Организационные мероприятия. Рациональное использование оборудования, исключая нахождение персонала в зоне действия ЭМП во время, не предусмотренное для работы за ПЭВМ;
- 2) Инженерно-технические мероприятия. Правильное размещение оборудования, предусматривающее наличие средств, ограничивающих распространение ЭМП на рабочие места сотрудников;
- 3) Лечебно-профилактические мероприятия. Периодические медицинские осмотры, для предупреждения, ранней диагностики и устранения заболеваний персонала;
- 4) Средства индивидуальной защиты. Очки для работы за компьютером.

5.1.5 Недостаточная освещённость рабочей зоны

Приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков. Искусственное освещение должно обеспечивать в мастерской освещенность, позволяющую выполнять операции и наладку оборудования без производственных дефектов и травматизма, возникающих по причине недостаточной освещенности. Кроме того, освещенность на каждом участке цеха должна быть такой, при которой исключается возможность чрезмерного утомления, работающего в результате зрительного напряжения.

Мастеру очень важно сохранять зрение, чтобы продлить себе срок службы, поэтому очень важно иметь отличное освещение и желательно

естественное, так как подобное освещение не искажает цвета и позволяет получать более качественные изделия.

Нормы освещенности рабочих поверхностей в производственных помещениях устанавливаются в зависимости от характеристики зрительной работы. Столярную мастерскую можно отнести к III классу зрительной работы, так как работа связана с очень мелкими деталями 0,3 – 0,5 мм. Средство коллективной и индивидуальной защиты – установка источников освещения по СНиП 23-05-95. Нормы освещенности для высокой точности обработки указаны в таблице 8.

Таблица 8. Нормы освещения.

| Характеристика зрительной работы | Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм | Разряд зрительной работы | Подразряд зрительной работы | Контраст объекта с фоном | Характеристика фона | Искусственное освещение | | | | | Естественное освещение | Совмещенное освещение | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|--|-----------------------|---|------------------------------|---|------------------------|-----------------------|---|-----|
| | | | | | | Освещенность, лк | | Сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации | КЕО e_n , % | | | | | |
| | | | | | | при системе комбинированного освещения | | | при системе общего освещения | при верхнем или комбинированном освещении | | при боковом освещении | при верхнем или комбинированном освещении | |
| | | | | | | всего | в том числе от общего | P | | K_n , % | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Высокой точности | От 0,30 до 0,50 | III | a | Малый | Темный | 2000 1500 | 200 200 | 500 400 | 40 20 | 15 15 | — | — | 3,0 | 1,2 |
| | | | b | Малый Средний | Средний Темный | 1000 750 | 200 200 | 300 200 | 40 20 | 15 15 | | | | |
| | | | v | Малый Средний Большой | Светлый Средний Темный | 750 600 | 200 200 | 300 200 | 40 20 | 15 15 | | | | |
| | | | г | Средний Большой » | Светлый » Средний | 400 | 200 | 200 | 40 | 15 | | | | |

5.1.6 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Нормируемыми параметрами шума служат уровни в децибелах (дБ) среднеквадратичных звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале С) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочной оценки шума следует измерять его общий уровень по шкале А шумомера в дБА. Допустимые нормы шума в производственных помещениях не более 80 дБА (согласно ГОСТ 12.1.003–83). Течение функциональных изменений может иметь различные стадии.

Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения действия фактора рассматривается как проявление адаптационной защитно-приспособительной реакции слухового органа. Адаптацией к шуму принято считать временное понижение слуха не более чем на 10-15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздействие интенсивного шума может приводить к раздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем к стойкому снижению остроты слуха.

Таблица 10. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБАГОСТ 12.1.003–83.

| Категория напряженности | Категория тяжести трудового процесса | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| | трудового процесса | легкая физическая нагрузка | средняя физическая нагрузка | тяжелый труд 1 степени | тяжелый труд 2 степени |
| легкой степени | 80 | 80 | 75 | 75 | 75 |

5.1.7 Повышенный уровень вибрации

В мастерской источником вибрации является бормашина марки FOREDOM с максимальной скоростью вращения шпинделя 5000 об/мин и Виброшлифмашина STANLEY STSS025 (рис).



Рисунок 61 Виброшлифмашина STANLEY STSS025

Вибрации, воздействуя на организм человека, могут явиться причиной функциональных расстройств нервной и сердечно-сосудистой системы, а

также опорно-двигательного аппарата. Систематическое воздействие общих вибраций в резонансной или околорезонансной зоне может быть причиной вибрационной болезни, нарушений физиологических функций организма, обусловленных преимущественно воздействием вибраций на центральную нервную систему. Эти нарушения проявляются в виде головных болей, головокружении, плохого сна, пониженной работоспособности, плохого самочувствия, нарушений сердечной деятельности.

Нормирование вибраций проводится в зависимости от категории рабочего места, оценка мастерской проводится по 3 «а» категории согласно СН 2.2.4-2.1.8.566-96

Категория 3 - технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Установлены также предельно допустимые величины параметров вибрации на постоянных рабочих местах в производственных помещениях в зависимости от среднегеометрических и граничных частот октавных полос и амплитуды (пикового значения) перемещений при гармонических колебаниях. Предельно допустимые среднеквадратичные значения колебательной скорости лежат в интервале 92дБ.

Таблица 10. Предельно допустимые значения вибрации рабочих мест категории 3 - технологической типа «а» СН 2.2.4-2.1.8.566-96.

| Среднегеометрические частоты полос, Гц | Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0 | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|----|
| | виброускорения | | | | виброскорости | | | | |
| | м/с ² | | дБ | | м/с · 10 ⁻² | | дБ | | |
| | 1/3 ОКТ | 1/1 ОКТ | 1/3 ОКТ | 1/1 ОКТ | 1/3 ОКТ | 1/1 ОКТ | 1/3 ОКТ | 1/1 ОКТ | |
| Корректированные эквивалентные | и | | 0,10 | | 100 | | 0,20 | | 92 |

| | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|
| Среднегеометрические частоты полос, Гц | Предельно допустимые значения по осям X_0, Y_0, Z_0 | | | | | | | |
| | виброускорения | | | | виброскорости | | | |
| | м/с ² | | дБ | | м/с · 10 ⁻² | | дБ | |
| | 1/3 окт | 1/1 окт | 1/3 окт | 1/1 окт | 1/3 окт | 1/1 окт | 1/3 окт | 1/1 окт |
| корректированные значения и их уровни | | | | | | | | |

Большое значение имеет уровень шума и вибрации на рабочем месте: важно снизить уровень шума и вибрации, если это возможно и если нет, то обеспечить защиту – виброзащитная обувь, перчатки. И шум изоляционные наушники против шума.

5.1.8 Травмоопасность

Травмоопасность могут представлять процессы, объекты, оборудование способные в определенных условиях наносить ущерб здоровью человека непосредственно или косвенно. Опасность хранят все технические системы, имеющие энергию, химически активные компоненты, несовершенство технологического процесса, недостаточную механизацию и автоматизацию тяжёлых работ и др.

В данной разработке при эксплуатации корпуса АС были выявлены острые кромки на ребрах опорных стоек корпуса, способные оставить занозы на кожном покрове, контактирующем с данным элементом конструкции, а также возможно наличие заусенцев и шероховатости на поверхности заготовок до окончательной обработки изделий. Также, расчетный вес тела рупора равен 67 кг, а геометрия конструкции не позволяет производить монтаж стоек с опором на какую-либо поверхность, подразумевая подвесной монтаж, потенциально, являющийся травмоопасным.

5.1.9 Психофизиологические факторы

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на физические перегрузки и нервно-психические перегрузки.

Физическая нагрузка может быть связана с перемещением материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и т.п. на необходимые расстояния и обуславливать динамическую перегрузку.

Статическая нагрузка обусловлена необходимостью работающему прилагать усилия без перемещения всего тела или отдельных частей тела. Она определяется весом удерживаемого груза (величиной прилагаемого усилия) и временем удержания.

При выполнении трудовых функций работающий может находиться в вынужденной позе (наклонные положения тела, вынужденные наклоны, выполнение работы только стоя, на коленях, на корточках и т.п.). Трудовая деятельность, связанная с выраженной двигательной активностью, при величинах нагрузок, превышающих физиологически обоснованные оптимальные и допустимые значения, оказывает неблагоприятное воздействие на состояние здоровья работающего.

Монотонная работа также отрицательно сказывается на эффективности производства: ухудшаются экономические показатели, повышается аварийность, травматизм.

5.2.1 Экологическая безопасность

В настоящее время при столярном производстве стремятся не только сократить расходы материалов, но и переработать производственные отходы. Деревянная стружка и пыль по возможности собираются, и продаются производствам, связанным с аграрной промышленностью.

Экологическая задача мебельного производства заключается в рациональном использовании сырья и электроэнергии, надежном хранении различных химикатов, замене вредных для окружающей среды технологических процессов на более экологичные.

Загрязнение воздушного бассейна, гидросферы и литосферы при работе непосредственно за компьютером не обнаружено.

Для утилизации лакокрасочных изделий проводят захоронение или перепродажу.

Материалы изготовления корпуса-нетоксичные МДФ и массив сосны и ясеня, покрытые тонким слоем токсичных лакокрасочных изделий. Метод дальнейшей утилизации-перепродажа, захоронение, распил для топки котла.

5.3 Безопасность в ЧС

Источником ЧС техногенного происхождения являются аварии на промышленных объектах. К опасным относятся объекты, на которых осуществляется использование токсичных веществ, взрывчатых и горючих веществ, образующих с воздухом взрывоопасные смеси, оборудования, работающего при больших давлениях и температуре. Вероятность возникновения ЧС на опасных производственных объектах необходимо учитывать, как при проектировании, так и на всех стадиях эксплуатации.

Ликвидация ЧС осуществляется силами и средствами предприятий, учреждений и организаций субъектов РФ, на территории которых сложилась ЧС, при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В процессе производства украшения ЧС возможны, так как используется потенциально опасное оборудование. Однако чрезвычайные происшествия, причинами которых в большинстве случаев является неосторожность в использовании оборудования, носят локальный характер и не причиняют вреда и ущерба населению.

5.3.1 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла.

Помещение, в котором осуществляется процесс изготовления изделия, по взрывопожарной и пожарной опасности относится к производству категории В, которое характеризуется наличием жидкости с температурой

вспышки паров выше 61°C ; горючей пыли или волокон, нижний предел взрываемости которых более 65 г/м^3 к объему воздуха; веществ, способных только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твердых сгораемых веществ и материалов. В помещении необходимо иметь 2 огнетушителя: ОП-3, ОУ-3, исходя из размеров помещения, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить помещение. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться. Желательно помещать на стенах инструкции по пожарной безопасности и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

ПЛАН ЭВАКУАЦИИ ПРИ ПОЖАРЕ И ДРУГИХ ЧС
из помещений учебного корпуса №16,
ул. Тимакова, 12-1 этаж блок Б



Рисунок 62 План эвакуации из мастерской.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для каждой отрасли установлены свои требования по организации рабочих мест с учетом специфики трудовой функции, выполняемой работниками. Требования установлены к помещениям, в которых находятся рабочие места, к вентиляции и отоплению таких помещений. Определенным требованиям должна отвечать освещенность рабочих мест, а также их оснащенность оборудованием и инструментом.

Так, для рабочих мест, оборудованных персональными электронно-вычислительными машинами (ПЭВМ) требования к освещению на рабочих местах установлены СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- Рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева
- Искусственное освещение в помещениях для работы ПК должно обеспечиваться общей равномерной системой освещения
- В качестве источников искусственного освещения следует использовать люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных и административных общественных помещениях разрешено использовать металлогалогенные лампы. В светильниках местного освещения должны использоваться лампы накаливания, в том числе галогенные.

Для того, чтобы обеспечить нормируемые значения освещенности в помещении с ПЭВМ должны проводиться уборки с чисткой стеклянных окон и светильников не реже двух раз в год. Окна в комнатах, в которых работают с компьютерами должны быть предпочтительно ориентированы на север и северо-восток.

- Монитор, корпус компьютера и клавиатура должны находиться прямо перед оператором; высота рабочего стола с клавиатурой должна находиться в пределах от 680 до 800 мм надо уровнем пола, а высота нижней границы экрана от 900 до 1280 мм;
- Монитор следует расположить на расстоянии 60-70 см на 20 градусов ниже уровня глаз оператора;

Пространство для ног должно отвечать следующим требованиям: высота - не менее 600 мм, ширина – не менее 500 мм, глубина – не менее 450 мм. Следует также предусмотреть подставку для ног работающего шириной не менее 300 мм с возможностью регулировки угла наклона. При работе ноги должны быть согнуты под прямым углом.

В процессе изготовления корпусов АС из пиломатериалов, исполнитель должен помнить о следующих требованиях.

- Одежда рабочего должна быть чистой и аккуратно заправленной, рабочее место должно содержаться в чистоте;
- Работать следует только исправным инструментом;
- Все инструменты с заостренными концами должны иметь ручки;
- Выполняя операцию сверления, нельзя поправлять сверло на ходу;
- При полировании изделия держать его острыми гранями по ходу вращения круга.
- Полируемые поверхности изделия располагать относительно поверхности круга так, чтобы изделие не подхватывалось кругом;
- При работе бормашинной необходимо беречь руки от порезов и уколов. Так как при обработке изделия придерживают руками, следует избегать касания рук и рабочей части инструмента.

Заключение

В ходе работы над ВКР были систематизированы и закреплены знания в сфере профессиональной деятельности, которую включена совокупность средств, способов и методов поэтапного проектирования промышленных дизайн-изделий, с возможностью дальнейшей физической реализацией на производстве. Основная цель проекта достигалась путем последовательного решения поставленных задач с целью формирования методики комбинаторной разработки на примере высокоэффективной аудиосистемы рупорного типа.

В процессе проектирования был создан универсальный инструмент автоматизированного создания геометрии коридора тела рупора с учетом всех ограничивающих факторов, влияющих на формообразования корпуса для АС

В ходе дизайн-проектирования компонентов аудиосистемы были выполнены следующие этапы:

- Эскизирование

- Формообразование корпуса АС, исходя из ограничивающих факторов
- Создание инструмента для наглядного формообразования
- Трёхмерное моделирование

Также, были выбраны наиболее подходящие материалы, необходимые для физической реализации проекта, наравне с технологией изготовления корпуса рупорной аудиосистемы. Для данной методики были рассмотрены все этапы подготовки и изготовления.

При экономической оценке изделия была вычислена себестоимость и цена корпуса для АС при единичном производстве

Итогом проведенной работы стал проект, удовлетворяющий аудио-техническим и визуально-эстетическим требованиям и соответствующий требованиям производственной и экологической безопасности.

Список публикаций студента

1. МСИТ-2016 ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РУПОРНЫХ АУДИОСИСТЕМ
2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРПУСА РУПОРНОЙ АУДИОСИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Список использованных источников

1. Акустическая_система [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Акустическая_система –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 14.01.2017).
2. Эффект_Доплера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Эффект_Доплера –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 14.01.2017).
3. Диффузоры_Шрёдера [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Диффузоры_Шрёдера –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 14.01.2017).

4. Акустика. Типы акустических систем - АВ Клуб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.avclub.pro/articles/audio-video-ot-a-do-ya/akustika-tipy-akusticheskikh-sistem> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 20.04.2017).
5. Информационный ресурс основ акустики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://baseacoustica.ru/akustika/4-materialy-korpusov/4-akusticheskoe-oformlenie.html> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 20.04.2017).
6. Плиты древесно-стружечные. Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 10632-2014. . – Введ. 01.07.2015.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
7. Плиты древесно-стружечные, облицованные пленками на основе терморезистивных полимеров [Электронный ресурс]: ГОСТ 52078-2003. – Введ. 06.06.2003.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
8. Плиты столярные. Технические условия полимеров [Электронный ресурс]: ГОСТ 13715-78. – Введ. 01.02.1989.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
9. Плиты древесные строительные с ориентированной стружкой (OSB). Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 56309-2014. – Введ. 01.07.2015.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
10. Плиты древесные моноструктурные. Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 53208-2008. – Введ. 25.12.2008.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
11. Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона листовых пород. Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 3916.1-96. – Введ. 01.01.1998.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
12. Audiomasons Design Works Limestone Rock Speakers [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://technabob.com/blog/2011/11/04/audiomasons-design-works-rock-speaker/> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 20.04.2017).

13. Спецификация Crystal Cable Arabesque [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://www.crystalcable.com/uploads/producten/producten_award/Yacht.pdf – .Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 16.05.2017).
14. Древесина клееная массивная. Общие требования к зубчатым клеевым соединениям [Электронный ресурс]: ГОСТ 19414-90. – Введ. 01.01.1991.— Режим доступа: Система Кодекс-клиент.
15. Обзор металлической конструкции портативного проигрывателя [Электронный ресурс].– Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/boxowerview/blog/181362/> –.Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.04.2017).
16. Лучшие модели на рынке в 2015 году по соотношению цены и качества» по версии сайта Audiomania [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.audiomania.ru/content/art-4294.html> –.Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 20.04.2017).
17. Конструкции рупорных корпусов для АС [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://aovox.com/creativework/177> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 16.05.2017).
18. ПО Cutting Optimization Pro [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://promebelclub.ru/forum/showthread.php?t=74> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 16.05.2017).
19. Отчет о расчете TQWP [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://igdrassil.narod.ru/audio/acoustics/voight4a28/voight4a28.html> –.Заглавие с экрана. –(Дата обращения: 18.05.2017).
20. Попиченко, В. А. Асимптотические методы расчета рупорных систем: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. (01.04.03) / Моск. физ.-техн. ин-т. - Долгопрудный: [б. и.], 1975. - 20 с.

21. Изделия промышленности средств связи: Каталог : Тем. вып. - Москва : Центр. отрасл. орган НТИ "ЭКОС", 1979-1993. – 29 Изд-во: Сер. 2, 15: НИИ "ЭКОС"
22. Шихатов, А. И. Концертный зал на колесах: энциклопедия автомобильного звука / А. И. Шихатов - Изд. 6-е, доп. и последнее. - Москва : ДМК-Пресс, 2011. - 503 с.
23. Куликов, Г. В. Бытовая аудиоаппаратура. Ремонт и обслуживание : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. специалистов "Радиотехника" / Куликов Г.В. - М. : ДМК Пресс, 2001. - 318 с.
24. Вуд, Майк. Домашний кинотеатр / Майк Вуд; [пер. с англ. А. С. Казаков]. - М. : КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. - 303 с.
25. Николаев, А. В. Музыка в твоём автомобиле в вопросах и ответах / А. В. Николаев. - Москва : ДМК Пресс, 2012. - 191 с.
26. Смирнов, Д. В. Аудиосистема РС / Смирнов Д. В., Логутенко О. И.; Под общ. ред. О. Колесниченко, И. Шишигина. - СПб. и др. : ВHV. Арлит, [1999]. - 384 с.
27. Андреев, Д. А. Аудиосистема класса Hi-Fi своими руками: советы и секреты / Д. А. Андреев, М. В. Торопкин. - Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2006. - 208 с.
28. 12 Вольт : Журн. для специалистов по автоэлектронике : сигнализации, аудиосистемы, мобильная связь, аксессуары. - М., 1996.
29. Разинкин, В. П. Основы цифровой аудио- и видеотехники : учебное пособие / В. П. Разинкин, В. Н. Удалов ; Новосибирский гос. технический ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. Ч. 1. - 2010. - 91, [3] с.
30. Основы маркетинга : практикум / под ред. Д. М. Дайитбегова, И. М. Синяевой. - Москва : Вуз. учеб., 2007 (Тула : Тульская типография). - 363 с.
31. Суханов, И. А. Домашний кинотеатр : Теория и практика : Комплектация системы, нюансы инсталляции, советы и рекомендации / И. А. Суханов. - М. : ГроссМедиа, 2005 (ППП Тип. Наука). - 143 с.

32. Микросхемы АЦП и ЦАП : справочник / [подгот. Г. И. Волович, В. Б. Ежов]. - М. : Додэка-XXI, 2005 (ОАО Тип. Новости). - 431 с.
33. "Эргономика, дизайн, безопасность", семинар (1996; Санкт-Петербург).
- Семинар "Эргономика, дизайн, безопасность", 1-3 февр. 1996 г., СПб. : (Тез. докл.). - СПб. : МАНЭБ, 1996. - 23 с.
34. Якуничев, Н. Г. Экстремальные условия деятельности как фактор инноваций: к проблеме обучения методам дизайн-проектирования : учебно-методическое пособие для направления подготовки: 54.03.01 - Дизайн. Профиль подготовки - Промышленный дизайн / Н. Г. Якуничев ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. образования Санкт-Петербургская гос. художественно-промышленная акад. им. А. Л. Штиглица, Каф. "Промышленный дизайн". - Санкт-Петербург: СПГХПА им. А. Л. Штиглица, 2016. - 41 с.
35. Ганиев, М. М. Промышленный дизайн : учебное пособие / М. М. Ганиев, М. И. Конюхов. - Елабуга : Камская гос. инженерно-экономическая акад., 2009. - 62 с.
36. Ульрих, Карл. Промышленный дизайн : создание и пр-во продукта / Карл Ульрих, Стивен Эппингер ; под общ. ред. А. Матвеева ; пер. с англ. М. Лебедева. - Москва ; Санкт-Петербург : Вершина ; 2007. - 447 с.
37. Кочегаров, Б.Е. Промышленный дизайн : учебное пособие для студентов специальности 150408 "Бытовые машины и приборы" вузов региона / Б. Е. Кочегаров ; Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. технический ун-т (ДВПИ им. В. В. Куйбышева). - Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2006 (Владивосток : Типография изд-ва ДВГТУ). - 294, [1] с.
38. Техническая эстетика и промышленный дизайн : журнал. - Москва : Изд. дом "Просвещение", 2006.- 54с.

39. Инжиниринг и промышленный дизайн / [Абдулбариева Э. Р. и др. ; под ред. В. С. Осьмакова и В. А. Пастухова]. - Москва : ОАО "МАЦ", 2015. - 123 с.
40. Физика древесины. Древесные материалы и изделия. Ландшафтный и промышленный дизайн: проекты молодых ученых : "Sprungbrett" - Internationale Studierendenkonferenz : материалы международной научно-практической конференции, 28-31 мая 2013 года / [отв. ред. А. Н. Чубинский]. - Санкт-Петербург : Изд-во Политехнического университета, 2013. - 230, [1] с.
41. Барис, А. В. Конструирование в промышленном дизайне: учебное пособие / А. В. Барис ; М-во образования и науки Российской Федерации, Новосибирская гос. архитектурно-художественная акад., Каф. дизайна. - Новосибирск : Новосибирская гос. архитектурно-художественная акад., 2010. - 115 с.
42. Пластинин, С. Н. Склеивание пиломатериалов на лесопильно-деревообрабатывающих предприятиях; Окончательная обработка и пакетирование сухих пиломатериалов. Пакетная погрузка пиломатериалов : [Лекции] / Центр. правл. НТО лес. пром-сти и лес. хоз.-ва. Обществ. заоч. ин-т. - Москва : Лес. пром-сть, 1978. - 97 с.
43. Пиломатериалы [Текст] : Сборник стандартов : (По состоянию на 1/II 1951 г.). - Офиц. изд. - [Москва] : Стандартгиз, 1951. - 463 с.
44. Боровиков, А. М. Качество пиломатериалов / А. М. Боровиков. - М. : Лесн. пром-сть, 1990. - 254, [1] с.
45. Столярные и токарные работы : [Технология. Материалы. Изделия / Авт.-сост. Рыженко В. И., Юров В. И.]. - М. : РИПОЛ классик, 2003. - 223 с.
46. Полимеры в деревообработке: учебное пособие для студентов специальности 250403 "Технология деревообработки" / Т. П. Муравицкая [и др.] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Костромской гос. технологический ун-т. - Кострома : Изд-во КГТУ, 2010. - 54 с.

47. Палагин, В. А. Автоматика и автоматизация производственных процессов деревообработки : [Учеб. для вузов по спец. "Технология деревообработки"] / В. А. Палагин, В. А. Дорошенко, Л. В. Леонов. - М. : Экология, 1993. - 350 с.

48. Пижурин, А. А. Основы моделирования и оптимизации процессов деревообработки : [Учеб. для вузов по спец. "Технология деревообработки"] / А. А. Пижурин, М. С. Розенблит. - М. : Лесн. пром-сть, 1988. - 293,[1] с.

49. Антоненкова, Т. В. Основы взаимозаменяемости в деревообработке : учебное пособие для студентов специальности 250403 "Технология деревообработки" вузов региона / Т. В. Антоненкова ; Федеральное агентство по образованию, Дальневосточный гос. технический ун-т (ДВПИ им. В. В. Куйбышева). - Владивосток : ДВГТУ, 2007. - 187, [2] с.

50. Боярский, М. Д. Оптимизация процессов в деревообработке на производстве : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 260200 "Технология деревообработки" / М.В. Боярский, П.П. Домрачев, И.П. Демитрова; М-во образования Рос. Федерации. Мар. гос. техн. ун-т. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2002. - 82 с.

51. Деревообработка : практ. руководство / [сост. И.М. Фридман]. - 4-е изд. - Санкт-Петербург : ПрофиКС, 2006 (СПб. : Типография "Наука"). - 542, [1] с.

52. Фокин, С. В. Деревообработка [Текст] : технологии и оборудование : учебное пособие / С. В. Фокин, О. Н. Шпортько. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2012. - 348 с.

53. Автоматизация подготовки управляющих программ для станков С ЧПУ: учебное пособие / Аверченков В. И. [и др.]. - 2-е изд., стер. - Москва : Флинта, 2011. Ч. 1: Станки с ЧПУ в машиностроительном производстве. - 2011. - 216 с.

54. Кувшинский, В. В. Технологическая подготовка для станков с ЧПУ : [В 2 ч.] / В. В. Кувшинский ; Науч. ред. В. Б. Федоров; Урал. гос. техн. ун-т-УПИ. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 1994. - 21 см. 1. Ч. 2:

Технологическое оснащение станков с ЧПУ. - Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 1994. - 66 с.

55. Андреев, Г. И. Обработка на станках с ЧПУ: система ЧПУ FANUC, система ЧПУ MITSUBISHI / Г. И. Андреев, А. Е. Голубев, Д. Ю. Кряжев. - Санкт-Петербург : Инкери, 2010. - 141 с.

56. Кравченя, В. И. Станки с ЧПУ. Программное обеспечение УЧПУ 2P22: подготовка токарного станка с ЧПУ для работы в автоматическом режиме и создание управляющих программ: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Автоматизированное оборудование" / В. И. Кравченя, Ачарья Суман. - Москва : Российский ун-т дружбы народов, 2017. - 43 с.

57. Кузнецов, Ю. Н. Станки с ЧПУ : [Учеб. пособие для вузов по спец. "Технология машиностроения" и "Металлорежущие станки и инструменты"] / Ю. Н. Кузнецов. - Киев : Выща шк., 1991. - 276,[2] с.

58. Мартынов, В. В. (1959-). Терминальная задача ЧПУ : Учеб. пособие : По курсам "Упр. станками и станоч. комплексами" для студентов специальностей 120100 и 120200 / В.В. Мартынов; М-во образования Рос. Федерации. Саратов. гос. техн. ун-т. - Саратов : [Сарат. гос. техн. ун-т], 2003 (Копипринтер СГТУ). - 30, [2] с.

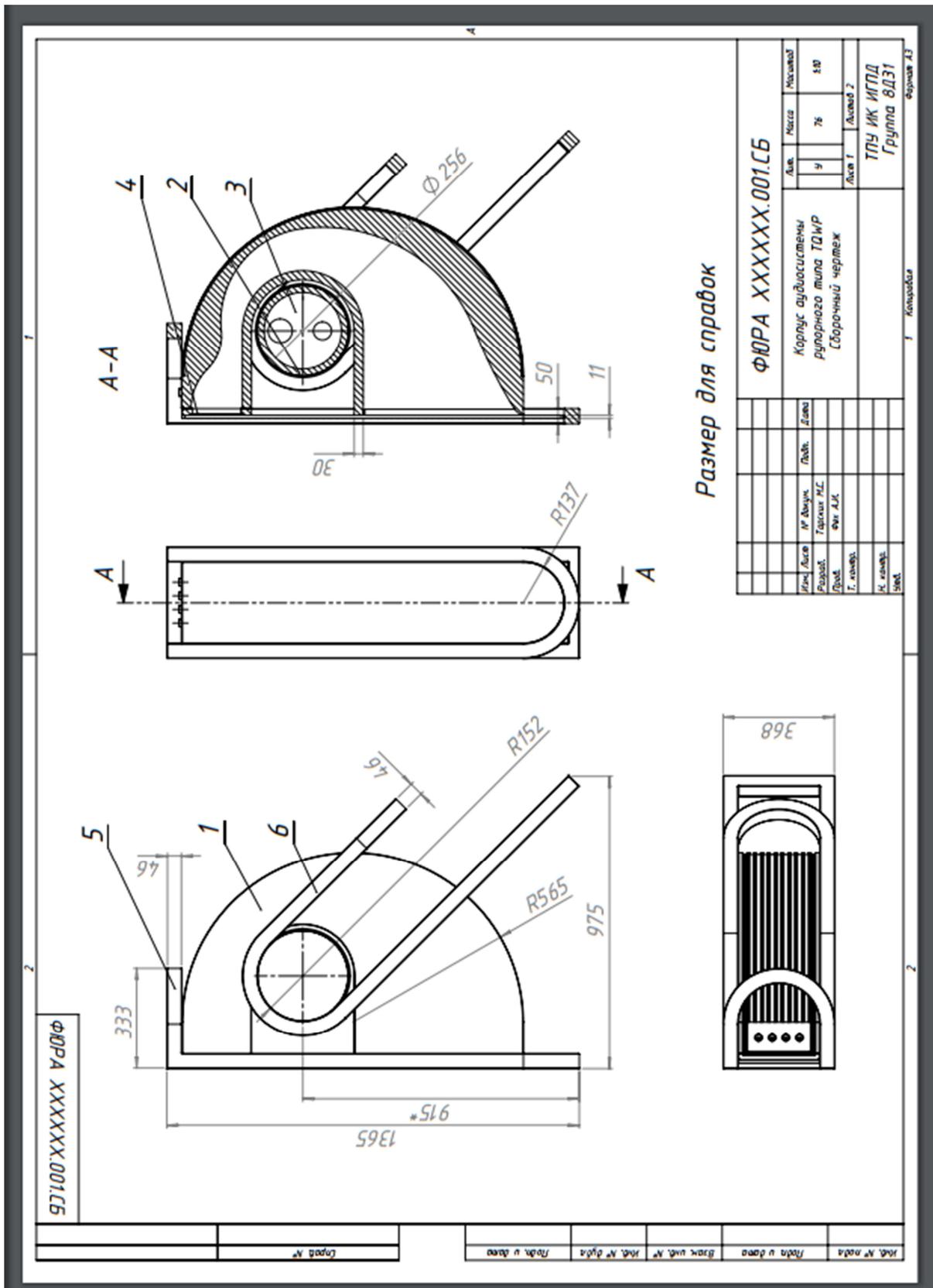
59. Балакин, А. П. Инструменты повышения экономической эффективности инноваций в электросетевом комплексе на основе применения активно-адаптивных элементов сетей: диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Балакин Антон Павлович; [Место защиты: Рос. науч.-техн. центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия]. - Смоленск, 2015. - 167 с.

60. Бурнашев, К. Г. Развитие инновационно-ориентированных кластерных структур : диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Бурнашев Константин Геннадьевич; [Место защиты: Гос. ун-т упр.]. - Москва, 2014. - 189 с.

61. Юдин, А. Г. Экономическая функция дизайна в управлении научно-техническими нововведениями : автореферат диссертация кандидата экономических наук : 08.00.26 / Центр. исслед. науч.-техн. потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва. - Киев, 1989. - 16 с.

62. Ильина, Л. Ю. Совершенствование системы планирования снабжения предприятий легкой промышленности в условиях стратегических изменений : диссертация кандидата экономических наук : 08.00.05 / Ильина Лариса Юрьевна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т дизайна и технологии]. - Кострома, 2014. - 197 с.

Приложение А
(обязательные)



Размер для справок

| | | | | |
|---------------------|--|-------------|-------|----------|
| ФЮРА XXXXXX.001.СБ | | Авт. | Масса | Начальст |
| Корпус аудиосистемы | | 9 | 76 | 88 |
| ручного типа ТЭМР | | Лист 1 | | |
| Сборочный чертеж | | Лист 2 | | |
| Т. квал. | | ТПУ ИК ИГПД | | |
| И. квал. | | Группа ВДЭТ | | |
| Умб. | | Формат А3 | | |

