

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.03.01 Дизайн
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Двухвалковая электрическая зубная щетка

УДК 646.73:678.972.4

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Ризен Ю.С.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Т.В.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	К.П.Н.		

Томск – 2022 г.

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП ПО
НАПРАВЛЕНИЮ
54.03.01 ДИЗАЙН**

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в практической деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен владеть рисунком, умением использовать рисунки в практике составления композиции и переработкой их в направлении проектирования любого объекта, иметь навыки линейно-конструктивного построения и понимать принципы выбора техники исполнения конкретного рисунка
ОПК(У)-2	Владеть основами академической живописи, приемами работы с цветом и цветовыми композициями
ОПК(У)-3	Способен обладать начальными профессиональными навыками скульптора, приемами работы в макетировании и моделировании
ОПК(У)-4	Способен применять современную шрифтовую культуру и компьютерные технологии, применяемые в дизайн-проектировании
ОПК(У)-5	Способен реализовывать педагогические навыки при преподавании художественных и проектных дисциплин
ОПК(У)-6	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ОПК(У)-7	Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и

	сетевых технологий
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен владеть рисунком и приемами работы в макетировании и моделировании, с цветом и цветовыми композициями
ПК(У)-2	Способен обосновать свои предложения при разработке проектной идеи, основанной на концептуальном, творческом подходе к решению дизайнерской задачи
ПК(У)-3	Способен учитывать при разработке художественного замысла особенности материала с учетом формообразующих свойств
ПК(У)-4	Способен анализировать и определять требования к дизайн-проекту и синтезировать набор возможных решений задачи или подходов к выполнению дизайн-проекта
ПК(У)-5	Способен конструировать предметы, товары, промышленные образцы, коллекции, комплексы, сооружения, объекты, в том числе для создания доступной среды
ПК(У)-6	Способен применять современные технологии, требуемые при реализации дизайн-проекта на практике
ПК(У)-7	Способен выполнять эталонные образцы объекта дизайна или его отдельные элементы в макете, материале
ПК(У)-8	Способен разрабатывать конструкцию изделия с учетом технологий изготовления: выполнять технические чертежи, разрабатывать технологическую карту исполнения дизайн-проекта
ДПК(У)-1	Способен применять современные информационные технологии и графические редакторы, методы научных исследований при создании дизайн-проектов и обосновывать новизну собственных проектных решений

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.03.01 Дизайн
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Вехтер Е.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна

Тема работы:

Двухвалковая электрическая зубная щетка	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	16.02.2022 №47-4/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	2.06.2022
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду; энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: Зубные щетки (средства гигиены за полостью рта) Предмет исследования: Электрические зубные щетки
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Аналитический обзор по литературным источникам: поиск аналогов, выявление данных для формирования требований к объекту. Основная задача ВКР: Разработка корпуса двухвалковой зубной щетки. Содержание процедуры проектирования: обзор материалов, анализ аналогов,

	выявление проблемы; формирование требований к объекту; эскизирование; разработка конструкторского решения и документации; макетирование; финансовая оценка и оценка безопасности проекта. Результаты выполненной работы: дизайн проект (концепт) двухвалковой зубной щетки, включающий в себя 3D-модели в натуральную величину, конструкторскую документацию, макет объекта, графическое оформление проекта.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	схемы сценария взаимодействия с проектируемым объектом; эскизы проектируемого объекта; конструкторская документация; графический функциональный и эргономический анализ, два демонстрационных планшета формата А0.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Дизайн-разработка объекта проектирования	Ризен Юлия Сергеевна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Былкова Татьяна Васильевна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Ризен Юлия Сергеевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна		

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 54.03.01 Дизайн
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – осенний/весенний семестр 2021/2022 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	2.06.2022
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
Октябрь	Утверждение плана-графика, формулировка и уточнение темы. Работа над ВКР – анализ аналогов	10
Ноябрь	Работа над ВКР – Формулировка проблемы в выбранной сфере дизайна. На основе выбранного материала – статья	10
Декабрь	Работа над ВКР – сдача первого раздела ВКР, эскизы	10
Февраль	Работа над ВКР – Формообразование (объект), 2 часть	10
Март	Работа над ВКР – 3D-модель, 3 часть, презентационная часть	20
Апрель	Работа над ВКР – Макетирование	20
Май	Работа над ВКР – Итоговая работа по текстовому материалу, чертежи, БЖД, экономика	20
Июнь	Сдача готовой текстовой и графической части ВКР	100

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОАР ИШИТР	Ризен Ю.С.			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Вехтер Е.В.	К.П.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.04.01 «Дизайн»

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску; оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30 % премии, 20 % надбавки, 16% накладные расходы, 13% районный коэффициент
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления в социальные внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Потенциальные потребители результатов исследования; Анализ конкурентных технических решений Бюджет научно-технического исследования (НТИ)
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Структура работ в рамках научного исследования; Сравнительная эффективность разработки
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение ресурсной эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей (название таблиц)):

- Оценка конкурентоспособности технических решений
- Матрица SWOT
- Альтернативы проведения НИ
- График проведения и бюджет НИ
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	07.02.2022
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Былкова Татьяна Васильевна	К.Э.Н.		07.02.2022

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна		07.02.2022

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
8Д81		Леонтьева Алина Юрьевна	
Школа	ИШИТР (Инженерная школа информационных технологий и робототехники)	Отделение (НОЦ)	ОАР (Отделение автоматизации и робототехники)
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	54.04.01 «Дизайн»

Тема ВКР:

Проектирование двухвалковой электрической зубной щетки	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.	<i>Объект исследования:</i> Двухвалковая электрическая зубная щетка <i>Область применения:</i> Домашнее использование не квалифицированным работником. Устройство предназначено для гигиены полости рта. <i>Рабочая зона и размеры помещения:</i> Рабочее место дизайнера – помещение офисного типа площадью 30 м². <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> в холодное время года используется водяное отопление. Вентиляция – естественная. В помещении совмещенный тип освещения. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера. <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> сбор информации по теме исследуемого объекта, проведение эргономического анализа, разработка гипотезы, создание эскизных решений, 3Д моделирование и составление конструкторской документации, подготовка презентационных материалов (планшет, презентация, отчет) для представления проекта.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– ГОСТ 22269-76 Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. – ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95.
2. Производственная безопасность при разработке проектного решения: – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов	<u>Вредные факторы:</u> – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Отклонения показателей микроклимата; – Недостаточная освещенность. <u>Опасные факторы:</u> – Производственные факторы, связанные с

	электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий; <u>Средства коллективной и индивидуальной защиты:</u> – Наличие противопожарных систем – Вентиляция воздуха – Датчики напряжения в сетях – Качественные источники света, соответствующие нормативам
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	Воздействие на селитебную зону: Никакого негативного воздействия при разработке проектного решения Воздействие на литосферу и гидросферу: длительность процесса разложения выбранных для проекта материалов (пластик), выделение вредных веществ в процессе разложения (пластика, аккумуляторов) Воздействие на атмосферу: пластик по мере разложения может высвобождать метан, который является очень сильным парниковым газом, что вносит существенный вклад в глобальное потепление
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС – Пожар – Инфекционные заболевания Наиболее типичная чрезвычайная ситуация: – Пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
15.02.2022	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Д81	Леонтьева Алина Юрьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 128 с., 67 рисунков, 23 таблиц, 67 источников, 4 приложения.

Ключевые слова: зубная щетка, двухвалковая, эргономика, техника очистки зубов, проектирование корпуса.

Объектом исследования является двухвалковая электрическая зубная щетка.

Цель работы – проектирование двухвалковой электрической зубной щетки с учетом эргономических особенностей процессов использования и хранения.

Процесс исследования включает в себя постановку проблемы, теоретический анализ, формирование требований к проектируемому объекту, разработку гипотезы концептуального и конструкторского решения, прототипирование.

В результате исследования разработан проект двухвалковой электрической зубной щетки призванной реализовывать рекомендательную модель очистки зубов человека совершая выметающие движения от десны к режущему краю зуба. Разработанный проект способствует упрощению и ускорению очистки зубов, так как самостоятельно выполняет чистящие движения и захватывает одновременно больше поверхностей зуба для очищения.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: конструкция предполагает сборку из деталей, выбраны оптимальные материалы и технологии изготовления.

Область применения: спроектированная зубная щетка предназначена для домашнего применения не квалифицированным пользователем для обеспечения гигиены полости рта.

Экономическая эффективность/значимость работы: проектируемый объект экономически выгоден для серийного производства.

В будущем планируется доработка корпуса и технологической начинки с возможным последующим выходом на рынок.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	15
1 Научно-исследовательский поиск	17
1.1 Актуальность щеток для чистки зубов в современном мире	17
1.2 Дизайн исследование	19
1.2.1 Эргономика устройства	19
1.2.2 Исследование поведенческой модели пользователя и разработка требований к объекту	20
1.3 Эргономический анализ зубной щетки по выделенным этапам поведенческой модели пользователя	21
1.3.1 Покупка	21
1.3.2 Транспортировка до места применения	22
1.3.3 Распаковка	22
1.3.4 Повседневная эксплуатация изделия	23
1.4 Вывод на основе эргономического анализа зубной щетки.....	31
1.5 Методы очистки зубов при помощи зубной щетки.....	32
1.6 Виды электрических зубных щеток и их особенности.....	36
1.7 Процесс производства корпуса методом литья под давлением	38
1.8 Виды пластмасс для литья под давлением	42
1.8.1. Вопрос экологичности материалов для пользователя	46
1.8.2. Решение проблемы экологичности для окружающей среды	47
1.9 Вывод по первой главе	48
2. Разработка гипотезы решения.....	49
2.1 Концепция проекта	49
2.2 Внутренние составляющие разрабатываемого объекта.....	51
2.3 Разработка эскизных решений.....	53
2.3.1 Первый эскиз	55
2.3.2 Второй эскиз.....	55

2.3.3 Третий эскиз	56
2.3.4 Доработка эскизов идеи проекта	57
2.4 Вывод по второй главе	60
3. Разработка художественно - конструкторского решения	61
3.1 Черновое моделирование	61
3.2 Итоговая модель двухвалковой зубной щетки	65
3.3 Поиск цветового решения	68
3.4 Техническая документация	69
3.5 Графическое оформление презентационных материалов.....	70
3.5.1Создание планшета	70
3.5.2 Создание презентации	71
3.5.3 Создание видеоролика.....	71
3.6 Макетирование	72
3.7 Выводы по третьей главе.....	73
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	74
4.2 Анализ конкурентных технических решений	77
4.3 SWOT-анализ.....	79
4.4 Определение возможных альтернатив поведения научных исследований	82
4.5 Планирование научно-исследовательских работ.....	83
4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	83
4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	84
4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования.....	86
4.6 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	87

4.6.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	87
4.6.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) и производственных работ	88
4.6.3	Основная заработная плата исполнителей темы	90
4.6.4	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	90
4.6.5	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	91
4.6.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	92
4.7	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	93
5	Социальная ответственность	96
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..	96
5.1.1	Правовые нормы трудового законодательства.....	97
5.1.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны	97
5.2	Производственная безопасность	98
5.2.1	Повышение уровня шума	99
5.2.2	Производственные факторы, связанные с аномальными микrokлиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	100
5.2.3	Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения	101
5.2.4	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий	102
5.3	Экологическая безопасность.....	103
5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	104

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Исследование поведенческой модели пользователя и разработка требований к объекту.....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Средние размеры постоянных зубов .	118
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Конструкторская документация	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Презентационный планшет.....	128

ВВЕДЕНИЕ

Здоровье полости рта имеет важное значение для общего состояния здоровья и качества жизни. Это состояние отсутствия боли во рту и лице, рака полости рта и горла, инфекций и язв полости рта, заболеваний пародонта, кариеса, потери зубов и других заболеваний и расстройств, которые ограничивают способность человека кусать, жевать, улыбаться и разговаривать; это также влияет на психологическое благополучие.

Зубная щетка является неотъемлемым средством гигиены для ухода за полостью рта, которым пользуется множество людей ежедневно утром и вечером. Современный рынок может предложить покупателям зубные щетки разных стилей и вариаций для удовлетворения запросов пользователей, связанных с эргономикой использования. От удобства использования зубной щетки зависит отношение человека к процедурам по гигиене за полостью рта дома и количество времени, которое человек готов уделить на чистку зубов. Больше всего от продуманного с точки зрения эргономики объекта выиграют дети, которые еще не развили достаточную ловкость рук, необходимую для правильной чистки зубов, и взрослые с ограниченными физическими возможностями.

Таким образом проблема заключается в отсутствии учета производителями зубных щеток всех эргономических особенностей и этапов взаимодействия конечного пользователя с зубной щеткой. Особенно важно понимать правильные движения техники очистки зубов и предусматривать в соответствии с этим строение зубной щетки, чтобы облегчить процесс очистки зубов для пользователя

Цель работы: проектирование двухвалковой электрической зубной щетки с учетом эргономических особенностей процессов использования и хранения.

Для реализации и достижения поставленной цели следует решить следующие задачи:

- изучение теоретического материала по теме ВКР;

- проведение исследования поведенческой модели пользователя;
- проведение эргономического анализа;
- формулировка требований к проектируемому объекту;
- разработка эскизных решений;
- проектирование и моделирование конструкции зубной щетки с учетом технологии производства;
- подготовка презентационного материала.

1 Научно-исследовательский поиск

1.1 Актуальность щеток для чистки зубов в современном мире

Чистка зубов – неотъемлемая часть ежедневной гигиены полости рта. Эта процедура обычно включает использование зубной щетки и зубной пасты. Современная зубная щетка состоит из головки из плотно сгруппированных щетинок, закрепленных на ручке, что облегчает чистку как доступных, так и труднодоступных мест во рту.

Как показывают исследования, людям действительно нравится иметь чистые зубы. В исследовании Lemelson Innovation Index, проведенном Массачусетским технологическим институтом в 2003 году, зубная щетка оценивалась выше, чем автомобили, персональные компьютеры или мобильные телефоны, поскольку респонденты не могли жить без простейших средств гигиены [1].

Люди чувствовали потребность в очищении зубов в течение очень долгого времени. Археологи находили «зубные палочки» в египетских гробницах. Будда жевал палочки мочалки с пушистыми концами, чтобы почистить зубы. Римский писатель Плиний Старший отмечал, что «зубы становятся крепкими, если их ковырять иглой дикобраза», а римский поэт Овидий провозгласил, что чистить зубы каждое утро — хорошая идея [2].

Уход за зубами даже занимал умы правящего китайского императора Хунчжи в конце 1400-х годов, который разработал нечто, очень похожее на щетку, которую мы знаем сегодня. Он представлял собой короткую густую пачку кабаньей щетины, сбритую с шеи свиньи, вставленную в костяную или деревянную рукоятку.

Современная мануальная или «ручная» зубная щетка, была представлена еще в 1938 году, но то, как люди чистят зубы, не сильно изменилось с того времени [3]. С появлением новых материалов зубная щетка претерпела значительные изменения: в форме ручки и головки с щетинками; количеству, направлению и длине щетинок; в разнообразии цветов и материалов для изделия; а также многие другие элементы претерпели множественные

изменения и вариации. Благодаря чему современный рынок может предложить покупателям зубные щетки разных стилей и вариаций для удовлетворения запросов пользователей, связанных с эргономикой использования (рисунок 1).



Рисунок 1 – Эволюция инструментов для очистки зубов

Хорошая зубная щетка стоит относительно недорого по сравнению с большинством стоматологических процедур. Лучше всего использовать много пучковую зубную щетку с мягкими щетинками с закругленными концами. Чистка зубов должна быть индивидуальной для каждого человека, в зависимости от особенностей и потребностей пациента, чтобы быть эффективной. Факторы, которые следует учитывать при даче инструкций по гигиене полости рта, должны включать форму зубов человека, ловкость рук пациента, морфологию зубов, возраст (маленькие дети нуждаются в помощи родителей из-за неразвитой ловкости рук), диету, вирулентность (степень способности инфекционного агента вызывать заболевание) зубного налета, кислотности и слюноотделения, склонности к гниению, образа жизни и даже мотивации.

ADA рекомендует менять зубную щетку каждые три-четыре месяца или чаще, если щетина изнашивается, если у человека есть заболевания или ослабление иммунитета. Для электрической зубной щетки такие же указания, только меняется сменная насадка с щетинками. Детские зубные щетки нужно менять чаще, чем взрослые [4].

1.2 Дизайн исследование (Обзор существующих аналогов)

В проведенном обзоре аналогов рассмотрены эргономические особенности мануальных и электрических щеток для чистки зубов. Для структурирования хода исследования, составляется перечень этапов поведенческой модели пользователя с объектом исследования, далее на каждом из выделенных этапов выдвигаются требования к объекту, по которым в дальнейшем и проводится эргономический анализ.

1.2.1 Эргономика устройства

Эргономика относится к применению научных знаний из областей анатомии, физиологии, механики и психологии для наиболее эффективного использования человеческой энергии [5]. Эта человеческая энергия может включать общение и взаимодействие с людьми, материалы, которые они используют дома и на работе, и то, как физические и психические проблемы их работы влияют на них как на личность. Предметы, созданные с помощью эргономики, от мебели, которую люди используют дома, до зубных щеток, которые люди используют для ежедневной чистки зубов и десен, тщательно спроектированы в соответствии с образом жизни определенного типа пользователей. Эти предметы не должны мешать комфорту эксплуатации, но обеспечивать безопасную среду для дальнейшего использования. [6].

Практикующие стоматологи признают, что эргономика играет жизненно важную роль в оказании помощи пациентам в соблюдении гигиены полости рта при помощи самостоятельных процедур по очистке зубов своими зубными щетками дома [7]. Также эргономика должна способствовать поддержке интереса пользователей в соблюдении гигиены рта, не вызывая сложностей и болевых ощущений у человека. В категории ручных зубных щеток эргономичные элементы включают конструкцию ручки и рукоятки, угол наклона головки зубной щетки, дизайн головки зубной щетки для достижения задних зубов и щетинки зубной щетки, способной достигать линии десен и межзубных промежутков для удаления биопленки зубного налета и

остатков пищи. Больше всего от продуманного с точки зрения эргономики объекта выиграют дети, которые еще не развили ловкость рук, необходимую для правильной чистки зубов, и взрослые с ограниченными физическими возможностями.

Доступные в настоящее время на рынке зубные щетки делятся на размеры для взрослых и детей, людей с зубными имплантами и с несъемными ортодонтическими конструкциями «брекет-системой». В соответствии с IS 3387: 2004 г. от организации по стандартизации: Бюро индийских стандартов (BIS) - «Ширина и толщина ручки могут варьироваться в зависимости от индивидуального дизайна» [8]. Основное внимание в текущей работе уделяется разработке эргономичной ручки зубной щетки на основе антропометрии рук человека. Это улучшит захват ручки (комфорт пользователя), что как следствие улучшит гигиену полости рта, так как человек не устает и не испытывает дискомфорта при проведении процедуры.

1.2.2 Исследование поведенческой модели пользователя и разработка требований к объекту

Для более полного эргономического анализа необходимо провести изучение всех этапов взаимодействия пользователя с зубной щеткой. Системный взгляд потребует от человека думать о взаимодействиях, которые зубная щетка будет иметь на всех этапах использования, а не только о самой чистке зубов.

В данном разборе рассматриваются такие процессы взаимодействия пользователя с объектом как: покупка, транспортировка до места применения, распаковка, ежедневная эксплуатация изделия, ремонт, утилизация изделия. Результаты исследования представлены ниже в таблице. К каждому пункту процесса также прописываются требования к продукту, необходимые для удобства его эксплуатации.

В приложении А представлена таблица этапов взаимодействия пользователя с объектом. Объект: мануальная щетка для чистки зубов. Данная

таблица позволила проанализировать жизненный цикл конкретного продукта и на основе этого выделить ряд требований к объекту, которые позволят сделать его использование комфортным. На основе выявленных требований далее будет проведен эргономический анализ щетки для чистки зубов Longa Vita, TOOT.

1.3 Эргономический анализ зубной щетки по выделенным этапам поведенческой модели пользователя

Эргономический анализ проводился в рамках тестирования фокус-группой в течении 7-14 дней, состоящей из дизайнеров и независимых пользователей решивших приобрести данный продукт в магазине. Получение данные саккумулированные и выведены в общее описательное содержание, представленное в следующих пунктах исследования.

1.3.1 Покупка

Упаковка зубной щетки, это то, что мы получаем вместе с товаром и до приобретения является неразделимой его частью, служащей для защиты от наружных воздействий, а также несет в себе описательную информацию о самом продукте. Поэтому те действия, которые пользователь совершает с упаковкой: считывание информации, транспортировка, вскрытие и так далее, являются также важными характеристиками при эргономическом анализе.

На упаковке средств гигиены полости рта должно быть указано: фирменное название (товарный знак) – при наличии; наименование и местоположение изготовителя (или главного поставщика) и адрес организации; обозначение документа, в соответствии с которым изготовлена продукция (при наличии); номер партии или серии; наименование основных ингредиентов; также для зубных щеток важно указывать жесткость щетины [9].

На общем стеллаже для представления зубных щеток вероятным покупателям, модель щетки Longa Vita, TOOT выглядит достаточно конкурентоспособно и привлекает внимание необычным увеличенным размером

чистящей зоны. Зрительное восприятие упаковки оценивается минималистично и не отвлекает от самого товара, который находится внутри упаковки. Контрастное цветовое решение выделяет основную информацию о зубной щетке. Щетка входит в среднюю ценовую категорию из представленных в магазине СМАЙЛcity (F City) и ее стоимость составляет 139.99 рублей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Зубная щетка Longa Vita, TOOT в магазине СМАЙЛcity (F City)

1.3.2 Транспортировка до места применения

Во время транспортировки упаковка оказалась удовлетворительной и не доставляла неудобств. Закругленные края не создают трудностей при помещении и извлечении упаковки из личной сумки пользователя. Во время транспортировки продукт остается защищенным от воздействия внешней среды, а упаковка не нарушила целостность (рисунок 3).



Рисунок 3 – Упаковка зубной щетки Longa Vita, TOOT

1.3.3 Распаковка

На обратной стороне упаковки предусмотрена перфорация для упрощения процесса вскрытия упаковки без использования дополнительных предметов. Однако диаметр получившегося отверстия не соответствует размеру

зубной щетки (слишком мал для извлечения щетки), и упаковку необходимо дополнительно разобрать и деформировать, что считается неудобным. Кроме того, после вскрытия упаковки трудно прочитать информацию на обратной стороне упаковки (рисунок 4).



Рисунок 4 – Процесс вскрытия упаковки

После извлечения пользователь может потрогать и изучить представленную на фото зубную щетку (рисунок 5). На первое время щетка выглядит необычно и требует времени чтобы к ней привыкнуть. Увеличенная головка и достаточно объемная ручка могут показаться странными по сравнению с другими мануальными зубными щетками. Цветовое решение зубной щетки привлекает внимание и состоит из комплиментарных цветов (зеленый и фиолетовый, голубой и желтый, т.д.)



Рисунок 5 – Зубная щетка Longa Vita, TOOT

1.3.4 Повседневная эксплуатация изделия

Повседневная эксплуатация является основным и самым длительным из все этапов в жизненном цикле зубной щетки и в это время человек больше всего взаимодействует с объектом. Для удобства анализа и описания, щетка последовательно изучалась сначала с характеристик свойственных для рукоятки, затем с точки зрения параметров для головки с щетинками.

- **Рукоятка зубной щетки**

Ручка — самая длинная часть зубной щетки, которая обеспечивает удобный и надежный захват во время чистки. Обычно она имеет более толстое тело в той части, где её держат в руке, и более узкое и изогнутое в области возле головы, известной как шея зубной щетки.

Изогнутость шейки зубной щетки облегчает движение зубной щетки при чистке, достигая всех уголков и закоулков ротовой полости. Для лучшего захвата пластиковая ручка может иметь канавки, препятствующие ее скольжению. Дизайн ручки может способствовать облегчению процесса очищения зубов и помогает пользователю соблюдать правильную технику при чистке. Ручка со смещенной или изогнутой конструкцией обеспечивает контакт на одной линии с продольной осью ручки во время чистки зубов (рисунок 6). Представленная на анализ зубная щетка имеет практически прямую форму с увеличением диаметра рукоятки в заднюю сторону.

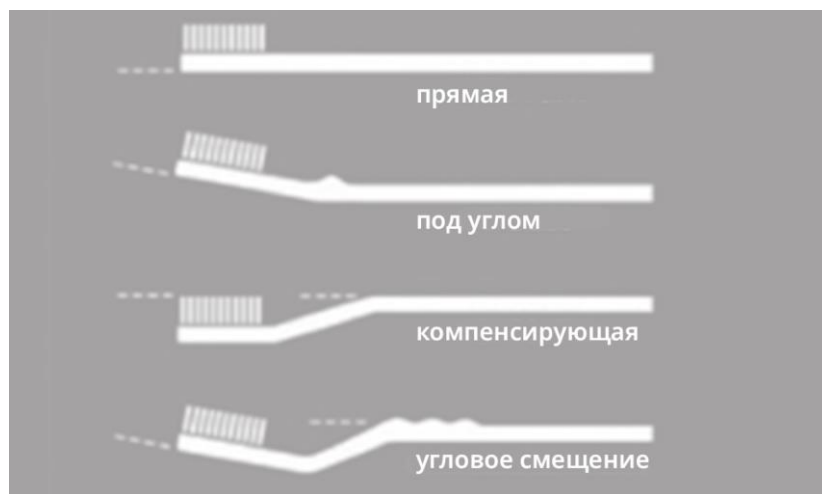


Рисунок 6 – Четыре типа конструкций ручек зубных щеток

Принимая во внимание анализ диаметра ручки зубной щетки, можно по сравнению с аналогами сделать следующие выводы: маленькая ручка заставляет прикладывать большее усилие для зажима, и это усилие можно уменьшить, увеличив радиус ручки. При использовании рукоятки большего размера активность мышц предплечья также будет снижена. В заявленном образце диаметр ручки составлял 6 см, что в среднем на 1,5 см больше, чем у многих других ручных щеток. Исследования показали, что ручка на 1,0 см

меньше внутреннего диаметра ручки пользователя, что позволяет снизить рабочую нагрузку и снизить риск получения травм. Чрезмерная сила захвата является одним из наиболее важных факторов, вызывающих кумулятивную травму верхних конечностей, а также снижает производительность труда. Необходимо упорно трудиться, чтобы спроектировать ручку объекта, чтобы свести к минимуму ненужные усилия и повысить производительность. При повседневной эксплуатации представленной зубной щетки выявился ряд, описанных далее, условностей, требующих доработки. Ниже представлены изображения предполагаемого расположения зубной щетки в руке пользователя (рисунок 7).



Рисунок 7 – Предполагаемое расположение в руке зубной щетки

Конец ручки щетки имеет два заостренных угла, которые неприятно упираются в мягкую часть ладони.

В соответствии с нормативами и рекомендациями по приемлемому и неприемлемому округлению конца ручки зубной щетки (рисунок 8) можно выявить и определить наиболее близкий тип к изучаемому образцу.

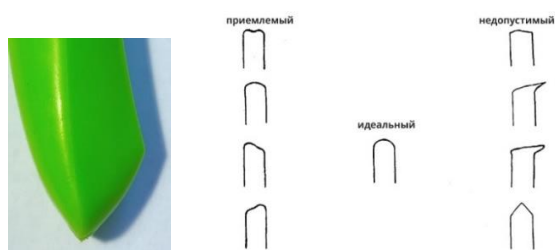


Рисунок 8 – Кончик рукоятки зубной щетки и рекомендации по приемлемому и неприемлемому округлению конца ручки зубной щетки

Из представленных на рисунке 8 конец ручки зубной щетки больше похож на последний вариант из первой колонки, но образующийся острый угол, заставляет приблизиться к последнему варианту из третьей колонки, что является недопустимым.

Если вы попытаетесь перевернуть кисть и захватить ее ладонью, ваш большой палец бессознательно наложится на плоскую область, используемую для логотипа. Наконечник при таком захвате не будет опираться на ладонь (рисунок 9).



Рисунок 9 – Предлагаемое расположение в руке зубной щетки Longa Vita, TOOT

Сравнение расположений ручки зубной щетки Longa Vita, TOOT в женской руке (рисунок 10). По субъективному мнению, второй вариант расположения рукоятки щетки в руке является более эргономичным и удобным.

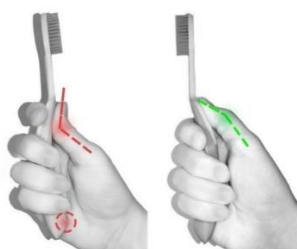


Рисунок 10 – Сравнение расположений ручки зубной щетки Longa Vita, в женской руке

Кроме того, если вы держите кисть предполагаемым образом, то есть выпрямленная поверхность с логотипом оказывает давление на указательный палец, что также вызовет небольшой дискомфорт при ее использовании. (рисунок 11).

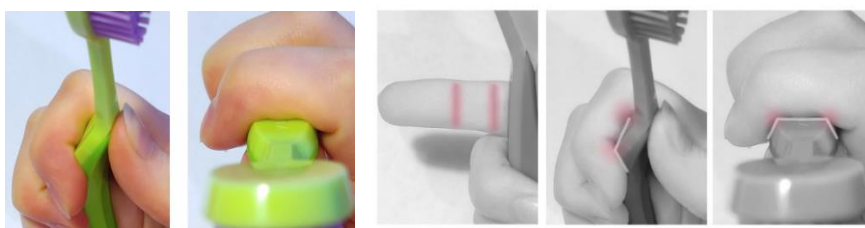


Рисунок 11 – Углы в рукоятке

Логотип не выделяется цветом, что для пользователя может быть даже плюсом, так как не акцентирует на себе внимания и не становится

«визуальным шумом». Для маркетинга это скорее минус, по понятным причинам (рисунок 12). Исправить возможно при помощи заполнения полостей другим компонентом (например резиной, которая используется на нижней части ручки). Также можно использовать термический перенос изображений.



Рисунок 12 – Логотип

На месте перехода от ручки до шейки щетки можно заметить острые грани оставшиеся от прессформы (рисунок 13). Данный дефект можно исправить постобработкой заготовок или при помощи доработки модели для прессформы.



Рисунок 13 – Дефекты

Также для полноты анализа был проведен тест на опрокидывание зубной щетки головкой вниз (на плоскость) при нахождении на плоской горизонтальной поверхности (как пример стол, край раковины). Данный анализ показывает на сколько устойчивой является положение щетки на плоскости за счет ее формы. В реальной жизни это отображено процессом, когда человек нанес пасту на головку с щетинками, положил щетку на плоскость для того, чтобы закрыть тюбик с пастой. На изображении 14 показаны наиболее частые занимаемые положения зубных щеток при 10 попытках положить их на стол щетиной вверх. Из изображения видно, что первые три образца слева чаще занимали боковое положение, а последние 4 образца оставались в желаемом положении.



Рисунок 14 – Положение щеток на горизонтально ровной поверхности

Если рассматривать сбоку на уровне поверхности, то можно заметить, что в положении на боку некоторые щетки касаются поверхности стола своими щетинками, а некоторым удастся остаться навису (рисунок 15).



Рисунок 15 – Положение щеток на боковой стороне

Делая выводы по рассматриваемому образцу, можно сказать, что в тесте на опрокидывания зубная щетка Longa Vita, ТООТ в большинстве случаев оказывалась на боковой грани, но стоит также отметить, что щетинки в таком положении оставались над поверхностью, не касаясь плоскости стола.

- **Головка щетки и щетинки**

Головка зубной щетки — это часть, которая вставляется в рот для чистки. Обычно она небольшого размера, содержит большое количество вставленных и плотно прикрепленных нитей - щетинок.

Форма головки обеспечивает большую эффективность гигиены полости рта. При помощи головки щетки достигают самых дальних участков рта, например, задних коренных зубов. В случае детских зубных щеток головка щетки меньше и компактнее.

В начале использования зубной щетки появилось необычное ощущение, потому что эта щетка захватила область верхних и нижних зубов одновременно (рисунок 16). При чистке внешней стороны зубов (обращенной к щекам) нет никаких трудностей в его использовании. При чистке жевательной

поверхности головка щетки задевает противоположный зуб, о чем свидетельствует отметина с засечками, оставленная на головке щетки после чистки. При чистке внутренней поверхности зубов, когда острые края соприкасаются с деснами и другими мягкими тканями полости рта, возникает боль. (рисунок 17).



Рисунок 16 – Головка зубной щетки Longa Vita, TOOT



Рисунок 17 – Головка зубной щетки с щетинками

В статье [10] производилось сравнение ширины коронки, длины, соотношения ширины и длины передних зубов верхней челюсти между студентами-стоматологами мужского и женского пола Университета Паджаджаран, Индонезия. Представлены результаты (таблица 1), полученные в ходе этого исследования, показали, что значение средней длины коронки центрального резца верхней челюсти у мужчин составляет 9,81 мм, в то время как у женщин в этом исследовании - 9,41 мм [10].

Таблица 1 – Данные о длине правого центрального, бокового резца верхней челюсти и клыка

Teeth	Gender	Sample size (n)	Mean crown length (mm)	Standard deviation (sd)
Right maxillary central	Male	39	9.81	0.52
	Female	88	9.41	0.56
Right maxillary lateral	Male	39	8.41	0.40
	Female	88	8.06	0.63
Right maxillary canine	Male	39	9.32	0.83
	Female	88	8.92	0.77

Измерения головки зубной щетки показали что ее высота примерно соответствует 35 мм, а ширина 17 мм (рисунок 18).

Длина переднего верхнего резца пользователя равна 9.80 мм, а нижнего – 8 мм. В сумме высота видимой части верхних и нижних зубов составляет 17,8 мм, что практически равно ширине головки зубной щетки. Если зубы у пользователя будут более короткие, то это поведет за собой травматизацию десен при совершении многократно повторяющихся поступательных движений щетинками по мягким тканям полости рта.

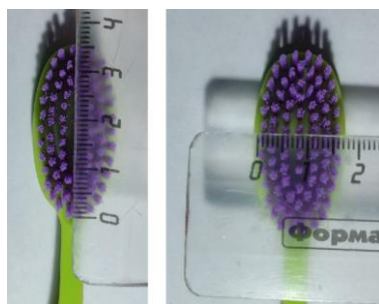


Рисунок 18 – Размеры головки щетки (высота и ширина)

Щетинки в зубной щетке жизненно важны, потому что они непосредственно контактируют с зубами и тканями десен. Правильный выбор щетинок — ценная «страховка» от болезней десен и кариеса. Пациенты должны учитывать тип щетины, форму и расположение перед покупкой любой зубной щетки.

Зубные щетки с жесткой, средней и мягкой щетиной удаляют налет; однако жесткие и средние щетинки могут нанести необратимый вред деснам, языку и щекам. Они также могут привести к заболеваниям пародонта и опущению десны. Некоторые типы реставраций зубов на основе смолы могут быть повреждены жесткими щетинками. Исследования показывают, что зубные щетки с мягкой щетиной удаляют налет так же эффективно, как со

средней или жесткой щетиной. По этим причинам стоматологи чаще всего рекомендуют пациентам использовать зубную щетку с мягкой щетиной.

Форма кончика щетины также важна. Щетинки зубных щеток с острыми краями (также известные как заусенцы) более разрушительны для тканей полости рта, чем щетинки с закругленными концами.

Распущенные щетинки теряют эффективность очистки, служат признаком слишком сильного давления на чистку и должны быть немедленно заменены (рисунок 19).



Рисунок 19 – Изношенные щетинки

Щетинки достаточно мягкие и имеют закругление на кончиках, что является плюсом к безобасности (рисунок 20). Такие щетинки не поцарапают поверхность зубов. Длина щетинок также может считаться плюсом, потому что способствует большей эластичности и атравматизации мягких тканей (десен). Щетинки находятся в собранных пучках и между соседними пучками есть определенные расстояния, что также способствует лучшему удалению зубного налета.

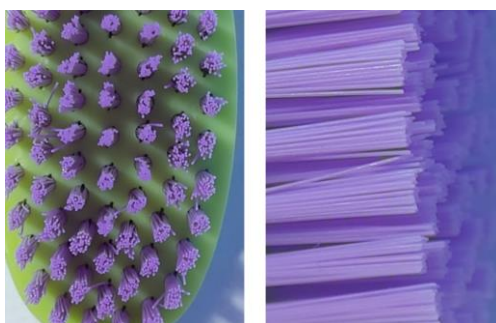


Рисунок 20 – Щетинки зубной щетки

1.4 Вывод на основе эргономического анализа зубной щетки

Эргономический анализ выявил следующие аспекты, которые необходимо улучшить в зубной щетке Longa Vita, TOOT:

- **Упаковка.** Следует доработать упаковку в плане процесса открывания (увеличить размер язычка).

- **Рукоятка.** Исследования показали, что ручка на 1,0 см меньше внутреннего диаметра ручки пользователя, что позволяет снизить рабочую нагрузку и снизить риск получения травм. Необходимо упорно трудиться, чтобы спроектировать ручку объекта, чтобы свести к минимуму ненужные усилия и повысить производительность. Во время процесса чистки зубов эргономичный дизайн ручки должен повысить маневренность. Поэтому необходимо пересмотреть развороты и наклоны в конструкции ручки.

- **Головка с щетинками.** Учитывая технологию изготовления конструировать модель (снятие фаски на головке зубной щетки, снятие фаски на ручке и сглаживание углов снизу). Можно уменьшить ширину головки со щетиной и увеличить количество пучков самих щетинок, сохраняя при этом пространство между пучками для эффективной очистки.

- **Логотип.** Поскольку двухкомпонентный материал заливается в форму, видимость логотипа улучшается. Выбор контрастных цветов.

Выявленные требования могут быть учтаны в разработке любых других зубных щетках. Проведённый анализ позволил лучше разбираться в конструктивных особенностях и учитывать эргономические аспекты на всех этапах взаимодействия пользователя с объектом.

1.5 Методы очистки зубов при помощи зубной щетки

Чистка зубов преследует одну простую цель: удалить зубной налет и биопленку, которые вызывают кариес и заболевания пародонта. Техника чистки, частота чистки, диета и многие другие факторы также влияют на накопление зубного налета. Недавние исследования показали, что биопленка вызывает различные повреждения. Когда биопленка остается в полости рта, она становится слизистой и меняет консистенцию бактерий и колоний зубного налета.

Важен не только тип щетины, но и механическое воздействие зубной щетки и человека, который ее держит. Зубной налет представляет собой липкое вещество, его текстура или тип зубного налета варьируется от одного человека к другому. Принимая во внимание эту информацию, количество времени чистки зубов зависит от типа зубного налета во рту человека. На мощных электрических щетках есть таймеры, которые могут показывать, когда истекло определенное количество времени для безопасного использования. Один человек может удалить весь налет изо рта менее чем за 2 минуты, в то время как кому-то другому может потребоваться более 2 минут для адекватного удаления налета. Время очистки должно подбираться специалистом индивидуально для каждого человека. Когда пациенты поймут, как эффективно очищать полость рта, и почувствуют мотивацию продолжать хороший уход на дому, они получают выгоду не только в финансовом плане, но и получают более качественные стоматологические заключения при будущих посещениях.

Хорошая чистка зубов состоит из четырёх составляющих: зубная щетка, зубная паста, дополнительные средства гигиены, метод чистки зубов. Методик очистки зубов существует множество, но многие из них не приносят достаточно хорошего очищающего эффекта, а некоторые и вовсе могут навредить здоровью зубов. Неправильная техника может вызвать осложнения в виде забитого налета в пространства между зубами и десневые карманы, а также может происходить царапание эмали зубов и десен, что может привести в последствии к повышенной чувствительности зубов и кровоточивости десен. Кроме того, движение зубной щетки вправо и влево может вызвать клиновидные дефекты, особенно на выступающих зубах. Клиновидный дефект — это поражение зуба в области, где он соприкасается с деснами. Он имеет вид клинообразной ступени. Размер может варьироваться от почти очевидного до полноценного спила в будущем (рисунок 21).



Рисунок 21 – Последствия неправильной техники очистки зубов при помощи зубной щетки

Стоит понимать, что у зуба существует 5 поверхностей, которые необходимо очищать. На рисунке 22 выделены цветом поверхности зуба, которые человек очищает при помощи зубной щетки: вестибулярная (серый), внутренняя (зеленый), жевательная (розовый).



Рисунок 22 – Вестибулярная, внутренняя, жевательная поверхности зуба

Также есть еще две контактные поверхности, это те места, в которых зубы в зубном ряду находятся ближе всего друг к другу (рисунок 23). При помощи стандартных зубных щеток контактные поверхности вычистить сложно, поэтому для очистки этих поверхностей чаще всего рекомендуют использовать зубную нить.

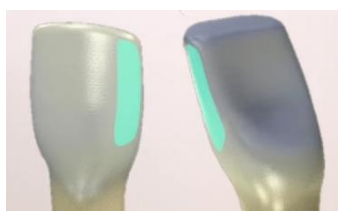


Рисунок 23 – Контактные поверхности зуба

Далее будет описан метод чистки зубов, рекомендуемый большинством российских стоматологов. Он был разработан профессором стоматологии - Г.Н. Пахомовым.

Самое главное правило при чистке зубов – это двигаться от красного к белому, то есть совершать движения зубной щеткой начиная от десны и заканчивая режущим краем зуба. Совершать нужно выметающие движения на

верхней челюсти сверху вниз, а на нижней снизу вверх, как указано на изображении ниже (рисунок 24). Таким образом на внешней стороне зубов необходимо сделать по 10 движений на 2-3 зуба. В итоге должно выходить на одну внешнюю сторону 30-40 выметающих движений на одной челюсти.



Рисунок 24 – Направление движений зубной щеткой в полости рта человека

Не стоит забывать, что еще есть внутренняя сторона челюсти. С внутренней стороны следует проделывать те же самые движения «от красного к белому» и изнутри наружу (рисунок 25).

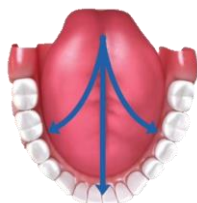


Рисунок 25 – Метод чистки внутренней стороны челюсти

Переходя на фронтальные отделы передних зубов, необходимо поставить зубную щетку вертикально как указано на изображении (рисунок 26А) и проделывать выметающие движения. Те же самые движения производятся и с нижней челюстью для внутренней стороны передних зубов (рисунок 26 Б). Таким образом и на внутреннюю сторону стоит совершать по 30-40 чистящих движений для одной челюсти.

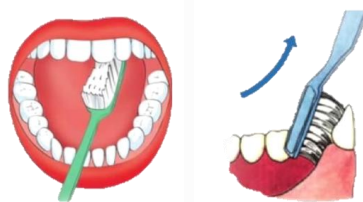


Рисунок 26 – Очищение внутренней стороны передних зубов для: А) верхней челюсти, Б) нижней челюсти

Жевательную поверхность зубов можно чистить горизонтальным движением, потому что это наиболее удобное движение при использовании зубной щетки для этой области зубов. Головка зубной щетки должна

захватывать 2-3 зуба одновременно. Необходимо выполнить около 30-40 таких движений по зубному ряду. Затем повторите ту же операцию со второй челюстью. Вообще говоря, чистка зубов со всех сторон должна включать 90-120 повторений (рисунок 27).

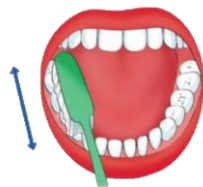


Рисунок 27 – Очистка жевательной поверхности зубов

Метод Пахомова помогает эффективно очистить полость рта, но требует дополнительных средств для межзубного пространства - смывок, нитей и скребков для языка.

Описанный выше метод — это опыт зарубежных стоматологов, который Пахомов описал в своей монографии. Эти методы не являются оптимальными, поскольку они фокусируются только на определенных аспектах гигиены. Однако с помощью вспомогательных методов можно адаптировать основной метод чистки к индивидуальным особенностям с учетом состояния зубов и десен.

Как показывает статистика и жизненный опыт, люди часто игнорируют данные правила по очистке зубов и совершают горизонтальные шоркающие движения по всем плоскостям зубов, так как их так когда-то научили родные и такие движения проще производить рукой, чем выметающие.

1.6 Виды электрических зубных щеток и их особенности

Современные технологии позволяют сделать чистку зубов наиболее комфортной и продуктивной чем раньше. На сегодняшний день существуют различные виды зубных щёток помимо мануальных, например: электрические, звуковые, ультразвуковые, ионные. Далее будут описаны основные виды автоматических зубных щеток [11]:

- Электрические зубные щётки. Обычные электрические зубные щётки самые дешёвые из данного сегмента на рынке. Среднестатистическая

электрическая зубная щетка может совершать до 18 тысяч колебаний в минуту, работает от батареек AAA и имеет срок службы до 3 месяцев по причине не сменных насадок.

Существует два типа электрических зубных щеток: осциллирующие и звуковые. Колеблющиеся зубные щетки вращаются и пульсируют, удаляя зубной налет. Звуковые зубные щетки имеют щетинки, которые быстро вибрируют из стороны в сторону для очень мощной чистки, что делает их более дорогими. Звуковыми зубными щётками называют щётки чья способность колебаний щетинок, в среднем, равна от 20 тысяч в минуту. Собственно, звуковыми щётки называют условно, сравнивая колебания щетинок с колебанием звуковых волн.

Многие из лучших электрических зубных щеток имеют встроенные датчики давления, которые мигают, когда пользователь чистит зубы слишком энергично. У некоторых есть таймеры, которые звенят каждые 30 секунд, чтобы напомнить о необходимости перейти к следующему квадранту рта. Также в современных моделях есть чувствительные режимы и режимы глубокой очистки (рисунок 28).



Рисунок 28 – Примеры кнопок и индикации на электрических зубных щетках

- Ультразвуковые зубные щетки. Ультразвуковые зубные щетки своим названием обязаны возможностью совершать колебания щетинок до 100 тысяч колебаний в минуту. Ультразвуковые зубные щетки хоть и дороже звуковых или обычных электрических, но могут порадовать широким функционалом и высоким качеством, ведь они производятся на долгосрочную перспективу [12].

- Ионные зубные щётки. Ионные зубные щётки — это устройства, принцип действия которых основан на высвобождении отрицательно заряженных ионов из специальных стержней. При падении в слюну отрицательно

заряженных ионов происходит процесс обеззараживания полости рта, что позволяет благотворно воздействовать на труднодоступные зоны во рту, даже не касаясь их щетинками.

Поэтому можно отметить, что современные автоматические зубные щетки позволяют более эффективно очищать зубы от налета и остатков пищи. Однако, к сожалению, предоставленные опции не являются оптимальными для очистки и исправления действий пользователя. Следует понимать, что поверхность зуба имеет сложную форму и большинство зубных щеток работают только на видимых участках, не достигая пространства между зубами. Возвратно поступательные движения могут как очищать поверхность зуба, так и одновременно загонять загрязнения под десневой карман, что может повести за собой дальнейшие осложнения здоровья зубов и мягких тканей.

Зубные щетки с искусственной волокнистой щетиной (жесткой и средней жесткости) следует заменять каждые 2 месяца, а мягкие зубные щетки не должны превышать 1 месяца [13]. Ранее предложенный вариант зубной щетки, которая не имеет возможности замены аксессуаров, ограничена в таких функциях и оставляет много отходов при утилизации.

Для проектирования новой зубной щетки, изначально необходимо изучить технологии изготовления, чтобы понимать какой формы и вида конструкции можно добиться на данный момент. Для изучения вопроса экологичности и физико-химических свойств проектируемого корпуса необходимо изучить виды материалов, соответствующих заданным критериям.

1.7 Процесс производства корпуса методом литья под давлением

Литье под давлением — это метод получения формованных изделий путем впрыскивания расплавленных материалов в форму с последующим их охлаждением и отверждением. В литье под давлением могут использоваться различные материалы, такие как стекло, металл, различные пластмассы. Способ подходит для изготовления изделий сложной формы [14].

Принято выделять 2 типа устройств для литья под давлением:

горизонтальные литевые машины и вертикальные литевые машины. Вертикальные разделяются по расположению цилиндров на горизонтальные и вертикальные. Все виды работают по общим принципам литья под давлением [15]. Ниже рассмотрены основные плюсы и минусы горизонтальных и вертикальных литевых машин в таблице 2.

Таблица 2 – Основные плюсы и минусы горизонтальных и вертикальных литевых машин

Литевые машины	+	-
Вертикальные	• Более стабильный поток материала и распределения температуры; • Преимущество для литья под давлением, особенно по сравнению со старыми или более простыми горизонтальными формовочными машинами; • Можно легко управлять вручную и использовать с вращающимися столами для создания вкладок и комбинированных деталей; • Занимаемая площадь вдвое меньше, чем у горизонтальных формовочных машин; • Требуемое давление и сила зажима ниже из-за роли силы тяжести в процессе.	• Удаление деталей вручную может занять больше времени; • Детали могут быть повреждены во время удаления роботами или людьми-операторами; • Время удаления должно быть точным, что сложнее при ручном процессе.
Горизонтальные	• Эффективность в деталях, произведенных за цикл; • Поскольку это более распространенный тип машины, доступно больше опций, таких как гидравлические или электрические опции; • Постоянное время цикла и непрерывная работа; • Изделия извлекаются из пресс-формы автоматически.	• Литье со вставками гораздо сложнее и не эффективнее; • Машины занимают большую площадь, чем вертикальные формовочные машины.

Следует уделить особое внимание проектированию корпусов и деталей, а также самих пресс форм для предотвращения или минимизации нежелательных дефектов в изделиях [16]. Еще при конструировании изделий конструктор должен учитывать литейную технологию, так как в некоторых случаях исправить чертеж отдельно взятой детали потом уже невозможно [17].

Основным требованием к детали, предназначенной для изготовления способом литья под давлением, является ее технологичность (рисунок 29).



Рисунок 29 – Пресс-формы для производства корпусов зубных щеток

После того как форма изготовлена, материал для детали подается в нагретый цилиндр и перемешивается с помощью винтового шнека. Нагревательные элементы расплавляют материал в цилиндре, а затем расплавленный материал подают в полость форм, где он охлаждается и застывает, принимая форму готовой детали. Время охлаждения самой формы можно ускорить за счет использования охлаждающих линий [18]. В охлаждающих линиях обычно циркулирует вода или техническое масло, которое может быть запитано от внешнего источника температуры (рисунок 30).

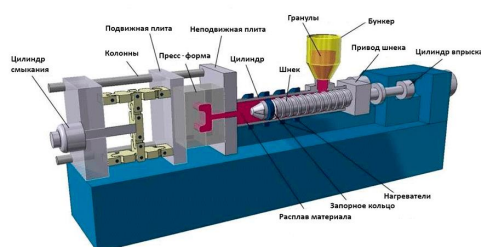


Рисунок 30 – Устройство и принцип работы литьевой машины

Пресс формы представляют из себя сборные и раскрывающиеся плиты, которые открываются после затвердевания в них материала. Для того чтобы достать готовое изделие существуют специальные штифты, которые могут вытолкнуть деталь из прессформы. Отдельные пресс формы могут быть объединены в одну деталь, такие формы обычно называют двухзвенными. Этот метод можно использовать для придания мягкости пластиковым изделиям или добавления цвета деталям, также можно использовать для изделий с различными эксплуатационными характеристиками.

Главное преимущество данной технологии, это возможность увеличить количество производства, то есть начать выпускать еще больше деталей за

единицу времени. Отчасти это происходит из-за того, когда первоначальные инвестиции на проектировании и изготовление пресс формы были покрыты, то цена становится очень низкой, а стоимость производства снижается по мере изготовления все большего количества деталей. Таким образом инвестирование и увеличение количества новых деталей становится более чем доступным. Большим преимуществом является и сама технология производства, так как литье под давлением приводит к минимальным потерям по сравнению с традиционными процессами производства, такими как обработка деталей с помощью ЧПУ, в этой технологии с заготовки удаляется лишний материал, чего не происходит в литье под давлением [19].

Рекомендации по производству. Перед тем как приступить к работе с литьём под давлением стоит принять во внимание и учесть следующие факторы:

1) Финансовый. Начальная стоимость литья под давлением может быть очень высокой, учитывая стоимость как оборудования, так и изготовления самих форм [20]. Факторы, способствующие снижению затрат на производство:

- удалить ненужные функции в изделии;
- уменьшить работы по косметическому финишу;
- конструировать детали, которые само застёгиваются или само соединяются;
- стараться изменять или максимально использовать повторно уже существующие пресс-формы;
- учитывать размеры деталей.

2) Количество продукции. Очень важно на ранних этапах заранее определить какое количество деталей необходимо будет изготавливать. Это нужно для того, чтобы понимать является ли литье под давлением наиболее экономичным методом в производстве конкретных объектов. Стоимость конечного изделия будет складываться из различных расчетных факторов. Для того чтобы повлиять на эти расчеты прежде всего необходимо свести к

минимуму количество деталей и упростить геометрию проектируемого объекта, что в свою очередь упростит изготовление пресс-формы и снизит количество дефектов, которые будут получены в процессе производства [21].

3) Производственные особенности. Еще одним важным фактором которые следует учитывать, являются производственные соображения. Необходимо свести к минимуму время цикла самого производства, а также использовать машины с горячекональными пресс формами и очень хорошо продуманная система оснастки. Эти минимальные необходимые изменения, а также использования горячекональных систем смогут обеспечить экономию на производстве деталей. Также экономия средств будет достигнута за счет минимизации требований к сборке, особенно это важно если производится многотысячные или даже многомиллионные объемы различных деталей [22].

1.8 Виды пластмасс для литья под давлением

Выбор правильного материала для литья под давлением также означает знание требований к применению, которые могут меняться между прототипированием и производством.

Существует десять наиболее часто используемых материалов для литья пластмасс под давлением [23]:

- **Акрил (ПММА).** Обычно акрил используют для производства прозрачных деталей, таких как окна, экраны и различное осветительное оборудование. Его часто используют в качестве альтернативы стеклу из-за его высокой прочности на растяжение и устойчивости к атмосферным воздействиям и царапинам. Он очень хорошо впитывает красители, поэтому можно создавать множество эстетических эффектов. Помимо своих оптических и прозрачных свойств, акрил не имеет запаха и вкуса и не содержит бисфенола А (БРА). БРА является вредным органическим соединением, поэтому смолы для литья пластмасс под давлением, такие как акрил, считаются безопасными для хранения пищевых продуктов. Поскольку ПММА не разлагается при контакте с водой, он не выделяет бисфенол А (БФА) — химическое вещество,

содержащееся во многих пластмассах, оказывающее неблагоприятное воздействие на здоровье человека.

- **Акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС).** Смола ABS представляет собой непрозрачный термопластичный полимер и пластик технического класса. Использование АБС имеет много преимуществ. Он прочный, имеет хорошую размерную стабильность, устойчив к ударам и царапинам, его трудно сломать. Кроме того, низкая температура плавления облегчает формование. Он обычно используется для производства электронных деталей, таких как телефонные адаптеры, клавиши клавиатуры и пластиковые защитные кожухи для настенных розеток. ABS является хорошим изолятором и не будет проводить электричество или выделять пары, если он подвергается воздействию огня.

- **Нейлон полиамид (ПА).** Нейлон часто используется для изготовления прочных механических деталей, таких как втулки, шестерни и подшипники. Он очень распространен в автомобильной промышленности, потому что он не только прочен, но и помогает уменьшить вес и снизить производственные затраты по сравнению с металлическим аналогом. Это прочный пластик, он имеет тенденцию впитывать воду. Нейлон также известен под своим химическим обозначением ПА (полиамид).

- **Поликарбонат (ПК).** Поликарбонат — еще одна прозрачная смола для литья под давлением, обладающая превосходными оптическими свойствами и чрезвычайно прочная. При формовании с использованием этого аморфного термопластичного материала можно поддерживать точный контроль размеров, поскольку он имеет предсказуемую и равномерную усадку формы. Обычно используют поликарбонат, когда нужно что-то существенно более прочное, чем акрил. Однако нужно иметь в виду, что, если изготавливаются оптически прозрачные пластмассовые детали, пресс-форма должна быть хорошо отполирована, что, в свою очередь, подразумевает использование нержавеющей стали более высокого качества, которая стоит дороже. Нужно

учитывать, что выбор пластиковой смолы также может очень сильно повлиять на соответствующий материал пресс-формы.

- **Полиэтилен (ПЭ).** Полиэтилен (ПЭ) — легкий термопластичный формовочный материал, обладающий высокой химической стойкостью, эластичностью и электроизоляционными свойствами. Он не особенно крепкий или твердый, но недорогой. Его применяют повсюду в потребительских пластиковых деталях, молочных бутылках, бутылках для лекарств и моющих средств, пластиковых пакетах и мусорных баках. ПЭ также является наиболее распространенной смолой для литья под давлением для изготовления игрушек, потому что она нетоксична и может выдерживать удары без каких-либо серьезных повреждений.

- **Полиоксиметилен (ПОМ).** Полиоксиметилен (ПОМ) — это тип ацетальной смолы, используемый для изготовления механических и автомобильных деталей, которые обычно изготавливаются из металла. Этот конструкционный термопластичный материал очень прочный и жесткий. Он часто используется для производства шестерен, крепежных деталей, рукояток ножей и шарикоподшипников. ПОМ обладает высокой устойчивостью к растворителям, таким как спирты, бензин, моющие средства и моторные масла, он не должен подвергаться воздействию соляной и азотной кислот.

- **Полипропилен (ПП).** Этот термопластический материал для литья под давлением широко используется в пищевой промышленности, поскольку он не позволяет химическим веществам смешиваться с пищевыми продуктами. Полипропилен (ПП) можно мыть в горячей воде без ухудшения свойств, он обладает высокой химической и влагостойкостью. Полипропилен обладает невероятной ударной вязкостью, эластичностью и ударной вязкостью. Дизайнеры также должны учитывать, что полипропилен легко перерабатывается, а благодаря его гибкости его можно использовать для изготовления подвижных соединений, которые можно много раз сгибать, не разрывая.

- **Полистирол (ПС).** Когда дело доходит до смол для литья под давлением, обычно используются два типа полистирола: ударопрочный

полистирол (HIPS) и полистирол общего назначения (GPPS). GPPS прозрачен, а HIPS непрозрачен. Жесткие ящики для инструментов и корпуса электроинструментов также изготавливаются из ударопрочного полистирола. Как и во многих других вещах, есть компромисс, о котором нужно знать. С одной стороны, PS прочный и долговечный, с другой стороны это также означает, что это не очень экологично.

- **Термопластичный эластомер (ТРЕ).** Смола термопластичной резины (TPR) на самом деле представляет собой смесь пластика и каучука, и ее легко использовать в процессе литья под давлением. Обладает выдающейся химической и атмосферостойкостью, а также высокой ударной вязкостью. Из-за этого TPR используется во многих типах дозаторов жидкости, гибких шлангов, катетеров и других местах, содержащих различные жидкости, включая кислоту. Найти этот перерабатываемый материал можно в медицинских катетерах, подвесных втулках и кабелях для наушников. Термопластичный каучук также известен как термопластичный эластомер (ТРЕ).

- **Термопластичный полиуретан (ТПУ).** Термопластичный полиуретан (ТПУ) мягкий и эластичный, с высокой прочностью на растяжение и разрыв. Вот почему его часто используют для изготовления деталей, требующих эластичности, подобной резине. Следует понимать, что ТПУ дороже, чем другие смолы, но для многих применений, таких как защитные оболочки проводов и кабелей, действительно нет замены. Еще одно преимущество заключается в том, что ТПУ улучшает захват продуктов, которые необходимо надежно удерживать в руке.

Таким образом материалами для изготовления корпуса путем литья под давлением были определены: для корпуса полипропилен (ПП) или полиэтилен (ПЭ) и для гибких частей термопластичный эластомер (ТРЕ). Полипропилен является экологичным для пользователя, так как не выделяет химических элементов при использовании, а также поддерживает свою заданную форму без ухудшения свойств даже под горячей водой. Обладает высокой ударной вязкостью, что позволит изготовленному объекту служить долго. А главное, этот

материал хорошо поддается переработке, что является возможностью для уменьшения загрязнения окружающей среды. Термопластичный эластомер хорошо подойдет для гибких элементов. Он отлично выдерживает контакт с водой, не выделяет вредных веществ.

1.8.1 Вопрос экологичности материалов для пользователя

Наиболее распространенными пластиками для изготовления зубных щеток являются полипропилен и полиэтилен. Полипропилен является перерабатываемым № 5, поэтому в специализированных местах его можно перерабатывать. Полиэтилен производится двух разновидностей. Первый — это код повторного использования 1, который обычно перерабатывается. С версиями кода переработки 4 сложнее найти места, оборудованные для их переработки (рисунок 31).



Рисунок 31 – Маркировки пластика

В большинстве серийно выпускаемых зубных щеток щетинки сделаны из полиэстера и/или нейлона. Нейлон — это синтетическое волокно (фактически первое из когда-либо изобретенных), прочное и гибкое. Она не разлагается и не разрушается в воде или с теми ингредиентами, которые обычно содержатся в зубной пасте, что делает зубную щетку более долговечной.

Большинство производителей натуральных зубных щеток используют нейлоновую щетину, часто с высоким содержанием смеси растительных масел. Они делают это, чтобы зубная щетка была безопасной и эффективной. Эффективной щетины на 100% растительной основе еще не существует, но исследования и разработки продолжаются, чему способствует интерес потребителей к более натуральным продуктам.

В разрабатываемом проекте для корпуса будут использованы полипропилен (ПП) и термопластичный эластомер (ТРЕ), их особенности и преимущества были описаны ранее.

1.8.2 Решение проблемы экологичности для окружающей среды

Совместное исследование с Тринити-колледжем в Дублине показало, что зубные щетки со сменными головками являются лучшим экологическим решением для планеты и здоровья человека на данный момент. Такой подход сокращает объём выбрасываемого пластика в окружающую среду.

Еще одним из путей решения вопроса экологичности продукта из пластика для окружающей среды, является сокращение выбрасываемого пластика путем его переработки и повторного использования.

Зубные щетки, будь то ручные или электрические, часто изготавливаются путем совместного литья различных типов пластика в ручку или головку. Смешивание пластиков таким образом очень затрудняет их переработку, поскольку различные полимеры необходимо обрабатывать по-разному, чтобы их можно было успешно использовать повторно.

Учитывая, что большинство из жителей Земли будет использовать около 300 зубных щеток в течение жизни, а ежегодно во всем мире продается 3,5 миллиарда зубных щеток, это создает огромную и растущую проблему отходов.

В настоящее время смешанные пластмассы, отправляемые на переработку, такие как зубные щетки, измельчаются и превращаются в материал более низкого качества, который затем используется для изготовления других продуктов, таких как лейки или тумбы. Хотя это дает материалу второе применение, это означает, что в конечном итоге он все равно окажется на свалке.

Изучая опыт компании Reswirl можно найти выход из сложившейся ситуации связанной с экологической проблемой переработки зубных щеток. Reswirl — это начинающая компания, базирующаяся в Стивенидже, Великобритания, с амбициями решить эту растущую проблему загрязнения путем замыкания цикла производства и переработки зубных щеток. Революционный подход Reswirl сочетает в себе услугу по подписке с зубной щеткой, изготовленной из полностью биоразлагаемого и перерабатываемого пластика.

Клиенты регистрируются в сервисе и получают новую зубную щетку с выбранным интервалом. Когда они получают новую, они возвращают старую Reswirl, которая перерабатывает и превращает ее в совершенно новую щетку. Это создает замкнутый цикл, в котором ни один из используемых материалов не тратится впустую. А поскольку используемые пластмассы являются биоразлагаемыми, зубные щетки, не возвращенные на переработку по какой-либо причине, не создадут дополнительного пластикового загрязнения [24].

1.9 Вывод по первой главе

Таким образом в первой главе были изучены аналоги зубных щеток, проведено поведенческое исследование пользователя при взаимодействии с объектом, выявлен ряд проблем и особенностей, которые следует учитывать при разработке своей идеи. Также были изучены правильные техники очистки зубов, категории электрических зубных щеток.

На основе изученного материала стало понятно, что мануальные щетки не дают достаточного комфорта для реализации выметающих чистящих движений от десны к режущему краю зуба, от чего пользователи совершают горизонтальные движения сокращая тем самым эффективность очистки и более того могут навредить здоровью зубов. Путем решения может стать разработка новой модели зубной щетки, реализующую автоматически выметающие движения в правильном направлении.

Рассмотрение технологий производства и материалов позволило выделить наиболее подходящие решения для проекта. В ходе обзора была выбрана технология производства – литье под давлением в составную пресс форму. Материалами для проекта определены полипропилен (ПП) или полиэтилен (ПЭ) и для гибких частей термопластичный эластомер (ТРЕ). Экологичность проекта для окружающей среды обеспечивается возможностью переработки материалов, экологичность для пользователя – не токсичность материалов и безопасность при использовании.

2 Разработка гипотезы решения

2.1 Концепция проекта

Из проведенных ранее исследований в области эргономики мануальных и электрических зубных щеток и наиболее эффективных техник по очистке зубов, можно сказать, что электрические щетки более эффективны по сравнению с простыми ручными, но также имеют ряд минусов, связанных с их конструктивными особенностями. На основе изученного материала стало понятно, что мануальные щетки не дают достаточного комфорта для реализации выметающих чистящих движений от десны к режущему краю зуба, от чего пользователи совершают горизонтальные движения сокращая тем самым эффективность очистки и более того могут навредить здоровью зубов. Путем решения может стать разработка новой модель зубной щетки, реализующую автоматически выметающие движения в правильном направлении.

Конструкция ручки должна способствовать упрощению совершаемых действий при чистке зубов и помогает пациенту соблюдать правильные движения. Ручка со смещенной или изогнутой конструкцией обеспечивает контакт на одной линии с продольной осью ручки во время чистки зубов.

Так как проектируемая зубная щетка имеет автоматизацию и не требует больших усилий для вычищения зубов, то следует направить внимание на удобство захвата и удержание рукоятки щетки рукой человека. Также важным аспектом будут считаться антискользящие характеристики рукоятки, потому что щетка производит вращения, вибрации от которых могут передаваться в рукоятку. Для решения вопросов по устранению скользкого корпуса во влажных условиях, можно рассматривать форму, технологии производства и материалы.

Исходя из того, что данное устройство контактирует с водой, необходимо учитывать водонепроницаемость корпуса на этапе разработки конструкции, таким образом, чтобы при необходимости, корпус можно было разобрать и произвести ремонт внутренних компонентов.

От того что щетка имеет электрический привод и подразумевает

включение и выключение, следует предусмотреть эргономику кнопок и индикации.

Для гигиенического ухода за зубной щеткой после чистки рекомендуется тщательно промыть ее под проточной водой и хранить в открытом виде вверх чистящим элементом (ГОСТ6388-91). Разрабатываемая модель позволит также снизить рост развития бактерий на щетинках за счет своей конструкции. Для этого просто необходимо после совершения процедуры по очистке зубов, промыть головку щетки под струей воды и подержать включённой в течении нескольких секунд, таким образом за счет вращательных движений щетинки станут более сухими, что создает менее жизнеспособные условия для роста бактерий.

Разработанной идеей является новая головка зубной щетки с двумя валами с щетинками, вращающихся вовнутрь навстречу друг другу. Такая конструкция позволяет совершать правильные выметающие движения от десны к режущему краю зуба. Два вала необходимы для того, чтобы пользователю не нужно было задумываться какой стороной подставлять зубную щетку к зубам из-за контроля в какую сторону вращается вал с щетинками. Когда вала два, потребность не заостряет внимания на этом аспекте, особенно в утреннее или вечернее время, когда хочет расслабиться, не думая о мелочах. Также два вала призваны упростит жизнь при помощи ускорения процесса чистки, так как площадь обрабатываемой поверхности увеличивается вдвое. Концепция учитывает подвижности головки для подстраивания под углы и изгибы челюстей пользователя (рисунок 32).

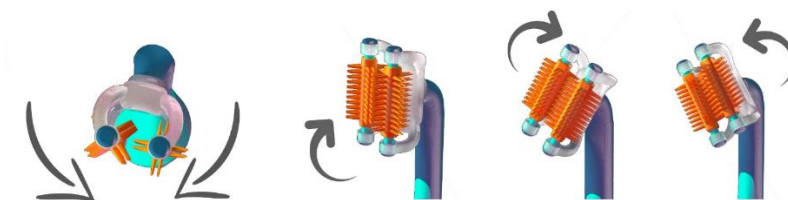


Рисунок 32 – Визуализация идеи концепции чистящей головки зубной щетки

Концепция позволяет совершать правильные выметающие чистящие движения и при этом захватывая одновременно большую площадь зоны для

очистки. На изображениях видно, как чистящая головка щетки взаимодействует с зубами пользователя (рисунок 33).

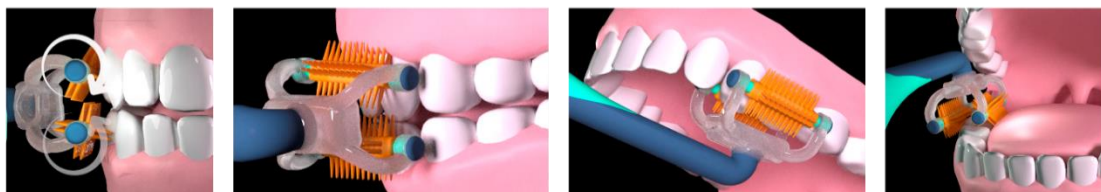


Рисунок 33 – Взаимодействие чистящей головки зубной щетки с зубами

2.2 Внутренние составляющие разрабатываемого объекта

Электрическая зубная щетка работает от сменного либо встроенного аккумулятора, чтобы щетинки приводились в движение. Активное движение щетинок передают электрическим зубным щеткам большую эффективность, по сравнению с обычными зубными щетками.

Обычно электрические зубные щетки изготавливаются с резиновым и пластиковым корпусом. Эти два элемента защищают внутренние функции зубной щетки, такие как батареи, двигатель и проводка. Батареи, используемые для зубной щетки, могут варьироваться от производителя к производителю, но обычно это никель-кадмиевые батареи (рисунок 34).



Рисунок 34 – Конструкция электрической зубной щетки

Провода обычно изготавливаются из меди, а двигатель - из алюминия и меди. Нейлон составляет щетину электрической зубной щетки. Материалы, используемые для щетинок, также могут различаться в зависимости от поставщика производителя.

На рисунке 35 представлены три отличающиеся друг от друга схемы внутреннего конструктивного устройства зубной щетки, позволяющие реализовать концепцию рассматриваемой чистящей головки. Далее будут описаны все три варианта их преимущества и недостатки.

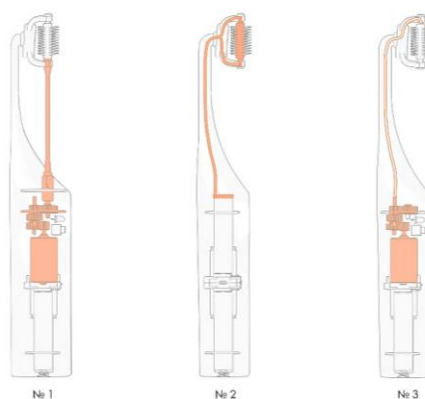


Рисунок 35 – Схемы проводки для передачи вращения чистящим валам

На первом варианте используются крупный моторчик в корпусе рукоятки зубной щетки. К моторчику подключена цепочка из шестеренок для передачи крутящего момента на валы и восприятия действующих сил со стороны расположенных на нём деталей. В данном варианте минусом является то, что из-за жестких валов невозможно предусматривать повороты и наклоны чистящей головки.

Во втором техническом решении была попытка решить вопрос с подвижностью головки за счет переноса маленького моторчика во внутрь чистящего валика на головке зубной щетки. В таком случае в конструкции не требуются валы для передачи вращения. Минусами данным техническом решении являются сложности в проводке и при герметизации (рисунок 36).



Рисунок 36 – Моторчик для вращения чистящих валов

При дополнительной консультации с инженерами от организации «НТМ», с учетом первых двух вариантов, в третьем техническом решении было предложено применить технологию гибкого вала передач. Гибкий вал передачи позволит переместить всю электронику в рукоятку, что обезопасит использование и упростит сложности, связанные с герметизацией в чистящей головке. Также предложенное решение позволяет разработать систему сменных головок, что удешевляет процесс смены зубной щетки данного типа для пользователя.

2.3 Разработка эскизных решений

Понимая функционал и строение головки зубной щетки, был разработан ряд концептуальных эскизов для определения какие формы рукоятки могут сочетаться с верхней частью зубной щетки. Ниже представлены эскизы вид спереди и сбоку (рисунок 37)

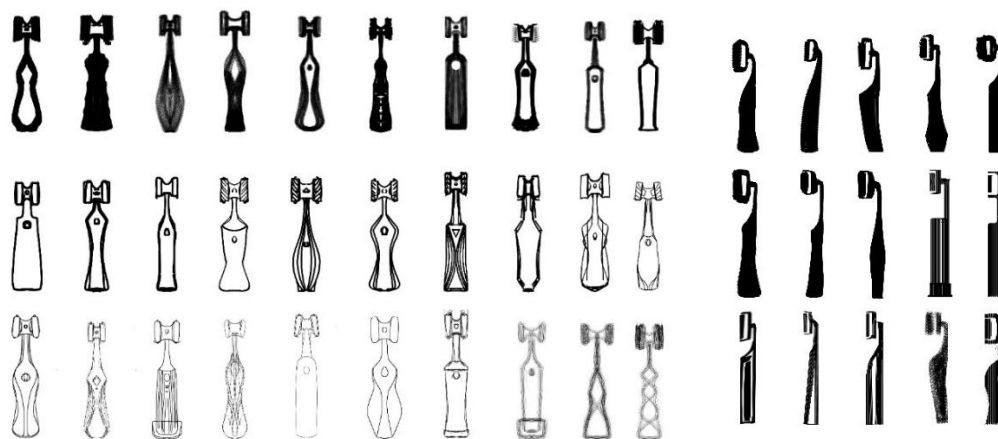


Рисунок 37 – Поисковые эскизы для разрабатываемого объекта

Для создания основы для выбора среди множества эскизных решений, было принято решение протестировать опытным путем, какая форма рукоятки может быть наиболее удобной и функциональной для данного устройства. Для этого были изготовлены три простейшие заготовки равные по ширине на всем протяжении, но различные по сечению. Были выбраны такие формы как: треугольник со скругленными краями, круг, и квадрат тоже со скруглениями (рисунок 38). Не рассматривались овальные формы, так как рукоятка должна вмещать в себя конкретную техническую составляющую, а при выборе овальной формы требовалось бы увеличить диаметр корпуса и увеличить затраты на материалы при изготовлении. Остальные формы являются смежными и переходными между уже выбранными для эксперимента фигурами.

Эксперимент показал, что первый вариант удержания треугольной заготовки удобен при удержании, но совершенно будет неустойчив, если положить его на горизонтальную поверхность, а также нужно прилагать большие усилия для того, чтобы развернуть рукоятки по продольной оси, так как грани находятся далеко друг от друга для перемещения их пальцами рук.

Второй вариант на рисунке, это тот же треугольник, но перевёрнутый

таким образом, что при попытке положить зубную щетку щетинками вверх, рукоятка будет лежать на плоскости. Такой вариант более устойчив, но менее удобен для удержания в руке и кнопку в таком случае придется располагать на ребре.

Третий вариант с круглым сечением удобен при любом захвате со всех сторон и не ограничивает свободу перемещений и вращений корпуса по продольной оси при помощи пальцев рук. Круглого сечения минусом круглого сечения является его неустойчивость и перекатывание на горизонтальной поверхности. Данный аспект можно решить при разработке подставки для вертикального хранения щетки и разбиение круглой формы на грани и ребристости, подобно форме канцелярских карандашей.

Четвертый вариант в сечении представляет квадрат, он представляет что-то среднее между кругом и треугольником в данном эксперименте. Квадратная форма устойчива и удобна с точки зрения вписывания во внутрь технической начинки, но не так удобна при удержании и вращении в руке, как круглое сечение.

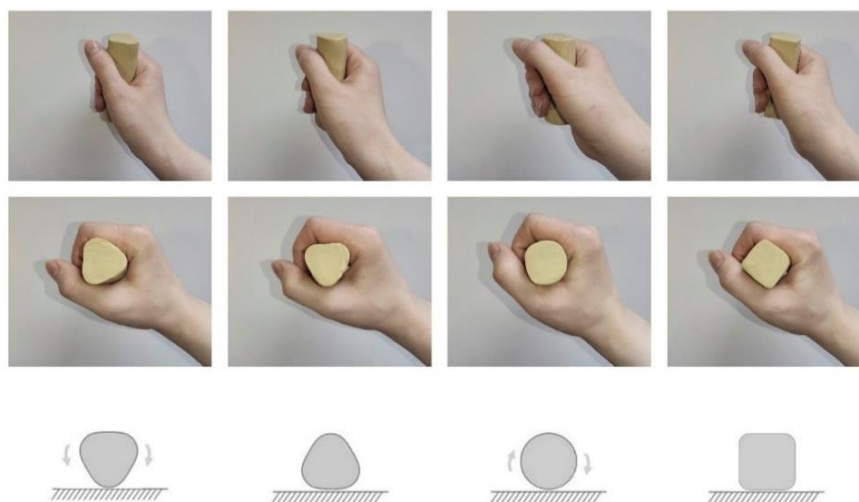


Рисунок 38 – Эргономическое исследования по поиску формы рукоятки

Таким образом, из приведенных форм наиболее эргономичной и универсальной оказалась круглая. Поэтому было принято решение рассматривать эскизные варианты, где преобладает круглое сечение в рукоятке с доработкой из фактурности для уменьшения скольжения пластика во влажной среде с учетом технологии изготовления. В круглую форму также удобно будет вписать

технические элементы при предусмотрении ребер жесткости и фиксации.

Так как при рассмотрении вопроса экологичности было определено сконцентрировать внимание на изготовление рукоятки из однокомпонентного перерабатываемого пластика, то эскизы продумывались с возможностью изготовления при помощи вертикальных пресс форм. Далее будут описаны три выделенных эскизных решения.

Так же необходимо свести к минимуму количество деталей и упростить геометрию проектируемого объекта, что в свою очередь упростит изготовление пресс-формы и снизит количество дефектов, которые будут получены в процессе производства.

2.3.1 Первый эскиз

Первое эскизное решение представляет переход от шестигранника в нижней части к кругу в верхней части рукоятки. Такой выбор был обусловлен вышеприведённым экспериментом, где выявилось что круглая форма наиболее удобна для удержания в руке, но граненые поверхности позволяют не перекатываться по горизонтальной поверхности стола. В данном эскизном решении была предпринята попытка разработать удобную форму для руки и функциональную для сохранения от прикосновений с окружающими предметами и плоскостями чистящих щетинок (рисунок 39).



Рисунок 39 – Первый эскизный вариант

2.3.2 Второй эскиз

Второе эскизное решение представляет из себя более обтекаемые формы рукоятки с небольшим увеличением диаметра в центре. На передней

поверхности рукоятки располагается тактильная кнопка включения и выключения устройства. Снизу находится световая индикация, свидетельствующая об уровне заряда. В отличие от первого эскизного решения, в данном варианте было предпринято больше внимания в сторону удобства удержания щетки в руке пользователя. Что означает что вопрос с горизонтальным хранением зубной щетки не прорабатывался, а перенаправился в сторону вертикального хранения и устойчивости. Вертикальное хранение с данной формой рукоятки требует дополнительно разработки подставки со встроенной подзарядкой (рисунок 40).



Рисунок 40 – Второй эскизный вариант

2.3.3 Третий эскиз

Форма рукоятки на данном эскизе способствует универсальности при ее захвате и удержании рукой пользователя. То есть, пользователь может расположить в руке рукоятку под любым удобным для себя углом относительно чистящей головки, удерживать на любом уровне по высоте рукоятки, в отличие от предыдущего варианта, а также за счет ребристой поверхности можно более точно прокручивать корпус при помощи пальцев, для того чтобы перевернуть и спозиционировать чистящую головку на противоположном зубном ряду. В верхней части рукоятки находится кнопка включения и она же кнопка отключения вращения чистящих валов. Кнопка находится среди утопленной части корпуса, что позволяет находить кнопку наощупь, даже во влажной среде. Вокруг кнопки находится световая индикация, свидетельствующая о включённом режиме очистки. Еще одна индикация есть на нижней части рукоятки свидетельствующая об уровне заряда устройства. Устройство

подзаряжается через подставку, хранится вертикально (рисунок 41).



Рисунок 41 – Третий эскизный вариант

Таким образом, из представленных эскизных решений далее в разработку пойдет последний вариант с круглой в сечении рукояткой, равной по диаметру на всем протяжении. В данном варианте решаются вопросы с удобством захвата рукой любого размера, а также предусматривается тактильная система для контроля разворота корпуса по центральной оси.

2.3.4 Доработка эскизов идеи проекта

После защиты эскизных решений и демонстрации возможных технических решений возник ряд сомнений по поводу состоятельности и жизнедеятельности проекта в заданных условиях формообразования. Поэтому перед этапом трехмерного моделирования разрабатывался макет гибкого вала для передачи вращения от мотора к щетинкам. Для создания макета использовалась прозрачная гибкая трубка и переплетенная медная проволока. Принцип работы состоит в том, что переплетённая проволока соединена с осью вращения мотора одним концом и другим концом к валу с щетинками. Таким образом проволока вращается внутри трубки, тем самым, не скручиваясь и не путаясь, передает вращение к щетинкам.

По созданию чернового макета был проведен небольшой эксперимент, который определял возможность вращения при разной степени изгиба трубки. На изображении 42 наглядно видно, что при изгибах, стремящихся к 90 градусам гибкий вал переставал функционировать, но допускаются небольшие углы наклона, что также можно внести в результаты эксперимента. Большого угла изгиба можно добиться если снизить силу трения элементов друг о друга. Для

этого была дополнительно опробована витая проволока в изоляции и смазывающий компонент. Но добиться такого угла как было указано выше на третьей схеме не удалось, поэтому было принято решение пересмотреть конструкцию корпуса для зубной щетки.

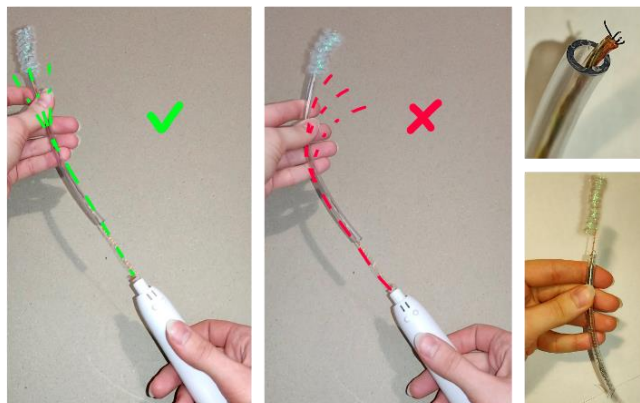


Рисунок 42 – Черновой макет гибкого вала для передачи вращения

Так как конструкция не подтвердилась, был произведен новый поиск формы и конструктивного решения. На изображении 43 представлены три принципиально разных решения по внутренней конструкции и форме корпуса заданной конструкцией. Основное внимание уделялось верхней части зубной щетки, так как рукоятка прорабатывалась подробно в более ранних эскизных решениях. После консультации с инженерами от организации «НТМ» и научным руководителем было принято решение в сторону третьего эскизного варианта. Первый вариант оказался не устойчивым визуально и физически, а также занимал бы много места в ротовой полости, что не совсем удобно. Второй вариант выглядел уже лучше, но он не предусматривал возможность раздвижения валов с щетинками. Третий вариант выглядит симметрично, наиболее компактно, с учетом материала возможно будет добиться подвижности для расхождения валов с щетинками.

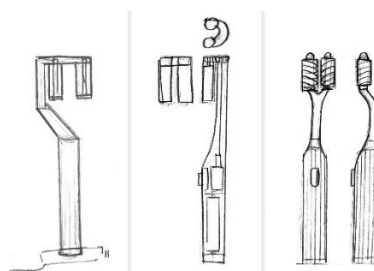


Рисунок 43 – Поисковые эскизы конструкции и формы корпуса

Следует учитывать изгиб рукоятки, как указано на изображении 44, позволяющий вынести щетинки вперед, иначе процесс очистки зубов будет сильно затруднен или даже невозможен. Говоря конкретнее, это необходимо для того, чтобы два вала с щетинками могли обхватить зубной ряд и произвести очистку более эффективно.

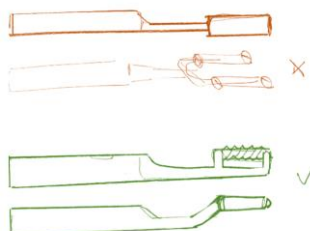


Рисунок 44 – Схема изогнутого корпуса

При более подробном рассмотрении выбранного эскиза параллельно продумывалась внутренняя концепция устройства. На изображении 45 представлены поисковые решения внутренней организации. В качестве внутренних элементов для компоновки выступают: аккумуляторы, электрический или магнитный моторчик, система шестеренчатых передач вращения. Сложность заключалась в создании системы для одновременной передачи встречного вращения валов, которую необходимо вписать в максимально компактную форму корпуса.

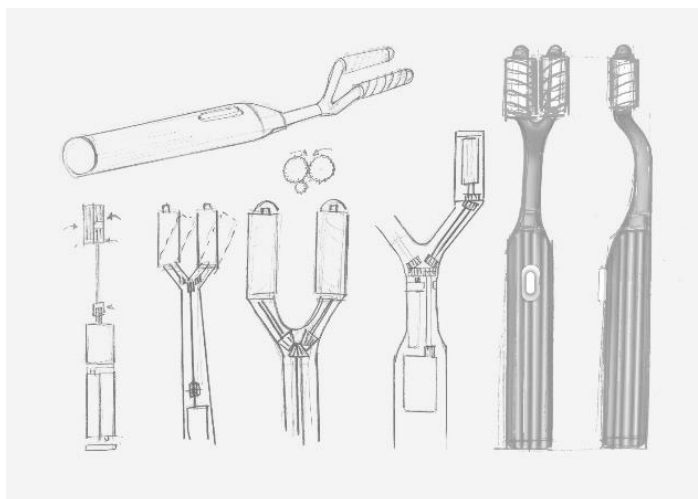


Рисунок 45 – Поиск конструктивного решения

2.4 Вывод по второй главе

Во второй главе были разработаны эскизные решения, основанные на ранее выявленных при эргономическом анализе критериях.

Разработанной идеей является новая головка зубной щетки с двумя валами с щетинками, вращающихся вовнутрь навстречу друг другу. Такая конструкция позволяет совершать правильные выметающие движения от десны к режущему краю зуба. Два вала необходимы для того, чтобы пользователю не нужно было задумываться какой стороной подставлять зубную щетку к зубам из-за контроля в какую сторону вращается вал с щетинками. Когда вала два, потребность не заостряет внимания на этом аспекте, особенно в утреннее или вечернее время, когда хочет расслабиться, не думая о мелочах. Также два вала призваны упростит жизнь при помощи ускорения процесса чистки, так как площадь обрабатываемой поверхности увеличивается вдвое.

Параллельно с эскизными решениями прорабатывалась техническая начинка совместно с инженерами от организации «НТМ», которая повлияла на формообразование корпуса. Проводилось черновое макетирование для определения работоспособности и эргономических факторов. По итогу была определена концепция проекта в формате эскиза.

3 Разработка художественно - конструкторского решения

3.1 Черновое моделирование

После представления о возможном конструктивном решении производилось первое трехмерное моделирование новой формы. При использовании твердотельных программ моделирования оказалось не так просто спроектировать визуально эстетичную форму корпуса (рисунок 46).



Рисунок 46 – Первая трехмерная модель

Для упрощения процесса проектирования были проведены поиски силуэтов электрической зубной щетки, ее фронтальная проекция и вид слева. Из нескольких вариаций был подобран один вариант, который казался симметричным как спереди, так и сбоку, при этом сохранял свои функциональные особенности (рисунок 47). Полученные силуэты использовались как основа для построения следующей трехмерной модели. Результат оказался более эстетичным в визуальном плане, а переходы поверхностей стали плавнее. Элементы взаимодействия выделялись цветом.

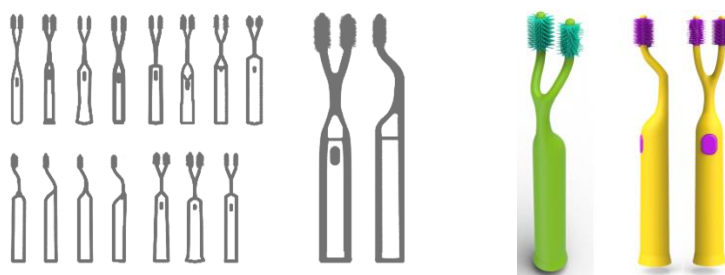


Рисунок 47 – Поиск силуэта как вспомогательного инструмента при построении 3Д модели

На этом этапе производился поиск форм щетинок и кнопки включения устройства. Были рассмотрены различные типы щетинок, их количество, длина и расположение. Параллельно продумывалась система удержания щетинок на валах и возможность замены. Рассматривая технологии изготовления щетинок на цилиндрической основе, было определено литье в форму.

Материал для щетинок определен в пользу силикона, так как это более безопасно в данной концепции для пользователя, а также проще и эффективнее при производстве. Эффективность щетинок достигается за счет разного вида щетинок. Тонкие длинные конусовидные щетинки хорошо проявляли себя при очищении областей стыков зубов в зубном ряду. Плоские прямоугольные щетинки хорошо показали себя во время снятия налета с вестибулярной и внутренней поверхностей зуба. Также рассматривалось прямое и спиральное расположение щетинок на цилиндре. При прямом расположении происходили скачки и небольшие смещения, когда ряд щетинок перехватывал дугой ряд при прокрутке. В спиральном расположении всегда находилась точка опоры и вращение происходило более стабильно и эффективно. По итогу было принято решение остановиться на совмещении диаметральных и плоских щетинок в спиральном их расположении на цилиндре (рисунок 48).

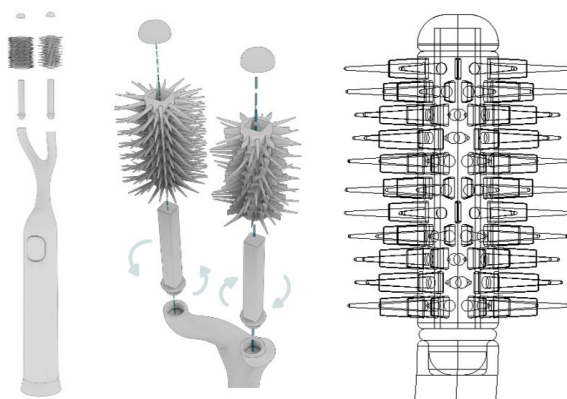


Рисунок 48 – Проработка конструкции сменных насадок с щетинками

В дальнейшей проработке трехмерной модели уточнялись и детализировались составляющие компоненты зубной щетки, а также более подробно продумывалась система для передачи вращения. Система передачи вращения состоит из цепи шестерёнок и переходников, так как важно было добиться встречного вращения, необходимо предоставить каждому разветвлению свою шестерню. Следовательно, из внутренней архитектуры увеличивался размер корпуса в шейке (рисунок 49).



Рисунок 49 – Процесс проработки трехмерной модели

После того как была проработана 3д модель, создавался черновой макет для оценки текущих размеров и экономических аспектов. Макет выполнялся при помощи 3д печати на принтере, такой подход позволил воспроизвести модель более точно и подробно, нежели это было создано своими руками. На данном этапе печатался только корпус без внутренних составляющих (рисунок 50).

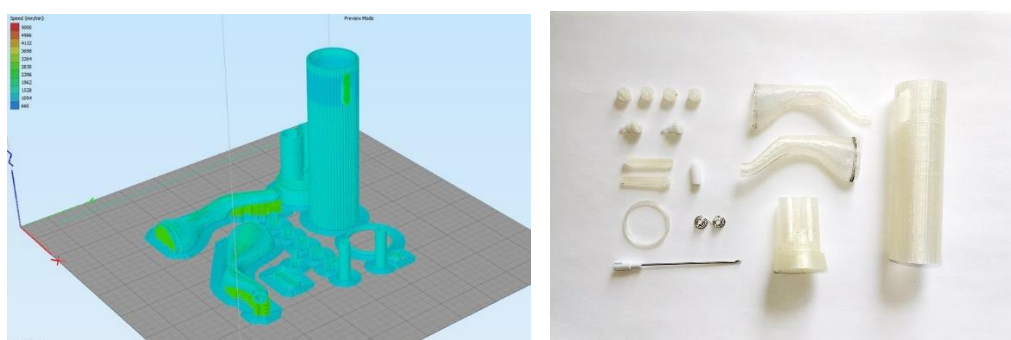


Рисунок 50 – Печать чернового макета на 3д принтере

В процессе сборки макета выяснились некоторые несостыковки в корпусе, которые нужно было дополнительно подпиливать вручную. Кнопка вставлена из скульптурного пластилина, а щетинки из проволоки с мишурой. В собранном виде макет достаточно устойчиво находился в вертикальном положении, но в горизонтальном положении ему не хватало достаточно опоры для стабильного положения. Необходимо добавить упоры в области перехода рукоятки в шейку. Данное место выбрано с учетом центра распределения масс всей щетки. Фиксированное положение на горизонтальной поверхности позволит избежать касание щетинок с плоскостью стола (рисунок 51).



Рисунок 51– Черновой макет

Далее проводилось эргономическое исследование по удобству нахождения зубной щетки в руке пользователя. Ребристая поверхность рукоятки оказалась не сильно выращенной, но достаточной для улучшения контроля при развороте корпуса при помощи пальцев рук одной руки. Такая поверхность улучшает качество удержания рукоятки в руке при влажных условиях. Расширяющаяся часть крышки с отсеком для батареек позволяет за хватиться за нее и открыть для замены батареек (рисунок 52).



Рисунок 52 – Эргономика удержания корпуса в руке

Главным замечанием стало расстояние между чистящими ершиками, оно оказалась слишком большим. Также длина самого вала с щетинками не позволяла достигнуть всех областей зубного ряда, что вызвало необходимость уменьшения длины, равной по ширине двух зубов. Такая концепция станет более адаптивной под разных пользователей. Габариты чистящих насадок основывались на среднестатистических размерах зубов человека. С полкой таблицей по средним размерам каждого зуба можно ознакомиться в приложении Б. На изображении 53 можно увидеть наглядную разницу при сравнении расстояния между валами и длиной насадки с щетинками.

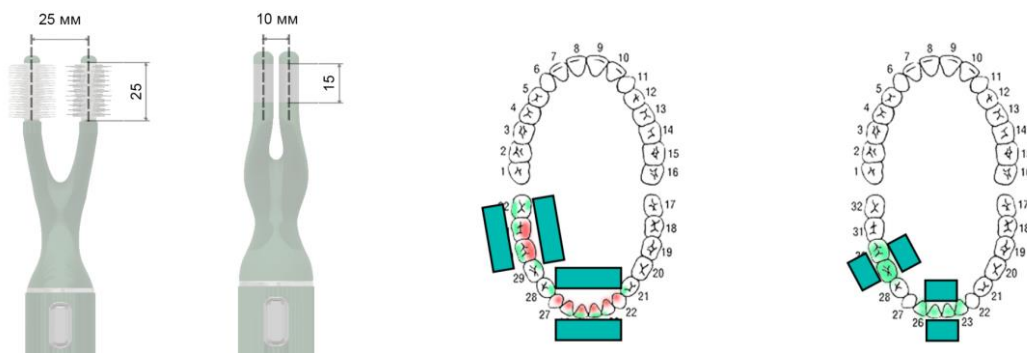


Рисунок 53 – Расстояние между ершиками и длина валика 25 мм и 15 мм

3.2 Итоговая модель двухвалковой зубной щетки

С учетом выявленных замечаний разрабатывалась итоговая трехмерная модель двухвалковой зубной щетки. В доработке учитывалось расстояние между валами и длина самих валов с щетинками. Верхняя часть также имеет направленные вперед разветвления, для более удобного обхвата зубного ряда щеткой. В процессе создания верхней части корпуса рассматривались разные вариации конструктивного решения для сборки. Одним из решений стало разделение развилки на три части, верхняя из которых является гибкой для обеспечения раздвижения валов относительно центра. Но такое решение требовало увеличения размера корпуса для обеспечения надежных соединений (рисунок 54).



Рисунок 54 – Итоговая модель корпуса

Вторым решением было разделение элемента на две части по оси симметрии. Таким образом получится создать поддержки во внутренней части для шестерней. В данном случае сборка элемента будет производиться проще при помощи внутренних соединений (рисунок 55). Для того, чтобы форма была

гибкой в месте развилки необходимо использовать материал, соответствующий характеристикам объекта проектирования. Данное решение требует дополнительных испытаний на защиту от влаги и для подбора материала.

В нижней части присутствует переход и соединение элемента с рукояткой. В этой части предусмотрены прорезы, которые способствуют правильному позиционированию элемента развилки с рукояткой зубной щетки. С задней стороны предусмотрены опорные ножки, которые препятствуют перекачиванию зубной щетки по поверхности стола.



Рисунок 55 – Детализирование конструкции развилки

Ниже развилки идет элемент корпуса рукоятки и кнопки включения. Рукоятка представляет из себя цилиндрическую форму с вертикальным рельефом, который предусмотрен для лучшего сцепления и тактильности при более точном провороте рукоятки в руке пользователя. Внутри рукоятки присутствуют выпуклые элементы позволяющие правильно позиционировать пристовные вали и препятствуют провороту двух частей относительно друг другу (рисунок 56).

Кнопка устанавливается изнутри, что позволяет создать аккуратный внешний вид и защиту от влаги.

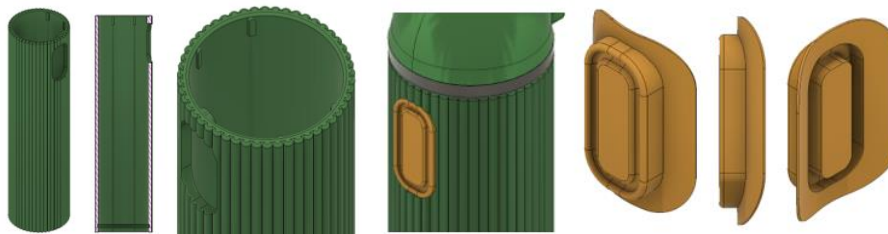


Рисунок 56 – Рукоятка и кнопка

Прорабатывались элементы соединения с учетом герметизации стыков

при помощи уплотнительных колец круглого сечения. Предусматривался фиксирующий крючок, который служил распоркой изнутри и удерживал этот элемент в корпусе рукоятки. Для пользователей, на внешней стенке предусматривались гравировки со вспомогательными символами, для правильного позиционирования батареек. На дне элемента предусмотрена каемка, которая способствует большей устойчивости на поверхности стола. Также внутри места установки аккумуляторов созданы подпорки для фиксации батарейного контакта в виде пружины (рисунок 57).

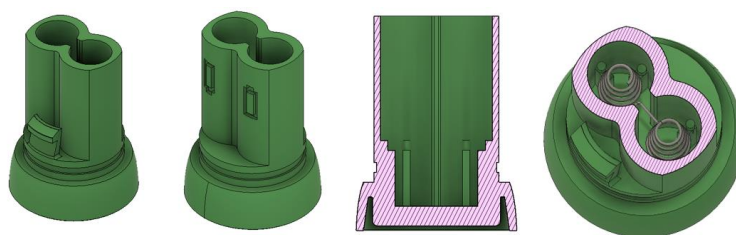


Рисунок 57 – Проработка и детализация отсека для батареек

Ниже, на рисунке 58, представлена трехмерная модель в сборке с разрезами для отображения всех конструктивных особенностей. Все компоненты подготовлены в реальных размерах для создания итогового макета.



Рисунок 58 – Итоговая трехмерная модель

На основе итоговой трехмерной модели производился поиск цветового решения. Для этого были созданы визуализации с разными цветовыми сочетаниями, на основе которых проводился опрос среди студентов дизайнеров и сторонних пользователей, имеющих опыт взаимодействия с электрической зубной щеткой.

Дополнительным элементом к спроектированной зубной щетке стала разработка упаковки, которая одновременно является контейнером для переноски, стаканом, упрощающим процесс полоскания ротовой полости после очистки зубов и в нижней части находится отделение для хранения сменных насадок с щетинками. Компоненты контейнера также выполнены из однокомпонентного отлитого пластика, такой подход позволит в последствии отправить комплект на переработку (рисунок 59). Выбранные ранее материалы и их свойства способствуют экологичности продукта как на этапе производства, так и на этапе эксплуатации объекта конечным пользователем.



Рисунок 59 – Контейнер для хранения зубной щетки

3.3 Поиск цветового решения

На основе итоговой трехмерной модели производился поиск цветового решения. Для этого были созданы визуализации с разными цветовыми сочетаниями, на основе которых проводился опрос среди студентов дизайнеров (32 человека) и сторонних пользователей (26 человек), имеющих опыт взаимодействия с электрической зубной щеткой (рисунок 60). В совокупности в опросе поучаствовало 58 человек.



Рисунок 60 – Поиск цветового решения

По результатам опроса среди пользователей электрических и мануальных зубных щеток, в подавляющем проценте наиболее привлекательными оказались светлые пастельные оттенки. Большинство проголосовали про классический белый с небольшим цветовым выделением элементов взаимодействия: кнопки включения и щетинок. Варианты с добавлением цвета показались опрошенным вариантами для детской категории пользователей. Яркие цвета больше вызвали отторжение у опрошенных, а также сильные контрасты казались излишними. Исходя из результатов опроса, были выделены светлые и более спокойные варианты. Такие решения станут более практичными для покупателей, так как белый цвет сам по себе создает ощущение стерильности, так и на нем не так сильно будут наблюдаться следы от пасты и развода от испарившейся воды. Для придания вариативности оставлены пастельные цвета голубого, серого, желтого. Вариативность необходима для того, чтобы пользователи не путали зубные щетки дома среди семьи, так как это средство личной гигиены (рисунок 61).



Рисунок 61 – Поиск цветового решения

3.4 Техническая документация

В конструкторской документации содержится вся необходимая информация о конструкции, особенностях и строении деталей проектируемого изделия. Для создания технической документации и чертежей использовалась программа КОМПАС-3D и Autodesk AutoCAD – это программное обеспечение автоматизированного проектирования (САПР), с помощью которого архитекторы, инженеры и строители создают точные 2D- и 3D-чертежи [25].

В соответствии с требованиями ГОСТ были выполнены чертежи всех

уникальных деталей. Конструкторская документация проектируемого объекта представлена в приложении В.

3.5 Графическое оформление презентационных материалов

Оформление презентационных материалов - заключительный этап работы над ВКР. В данной работе презентационные материалы являются одной из ведущих частей проекта, которая отражает сильные стороны и основную задачу спроектированного объекта.

3.5.1 Создание планшета

Создание презентационного планшета производилось с помощью многофункционального графического редактора Adobe Photoshop. Данная программа предназначена для работы с растровыми изображениями и широко используется в веб-дизайне [26].

Первым этапом разработки планшета выступает создание файла необходимого размера и установка направляющих, которые разделяют рабочую область на функциональные зоны (рисунок 62). Для удобства работы поле было разделено с помощью цвета на 2 равные зоны.

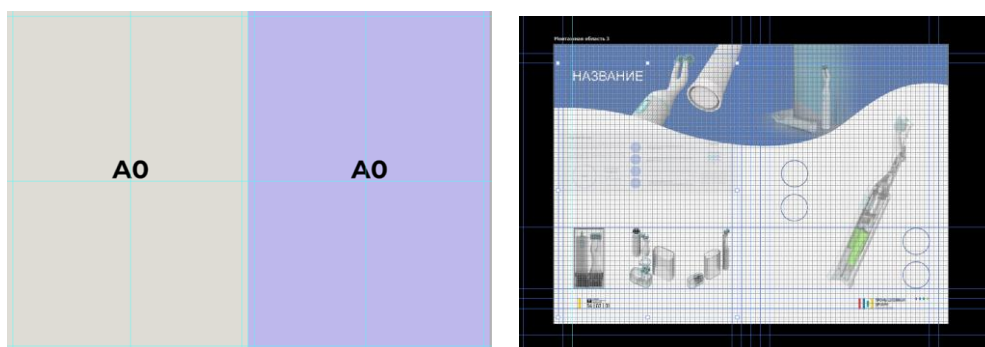


Рисунок 62 – Расположение направляющих на рабочей области

Далее в соответствии с модульной сеткой были распределены основные блоки, содержащие описательную информацию или графические изображения. После чего блоки заполнялись согласно макету. С итоговым планшета можно ознакомиться в приложении Г.

3.5.2 Создание презентации

Для создания презентации использовалась программа Microsoft PowerPoint, которая предназначена для подготовки и просмотра презентаций. Стилль презентации поддерживает стилистическое оформление планшета [27]. (рисунок 63).

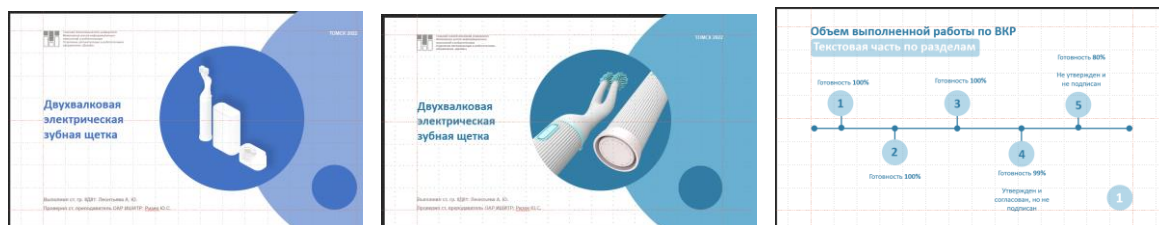


Рисунок 63 – Шаблоны презентации

Для того, чтобы сделать демонстрационную презентацию более динамичной и сделать информацию более запоминающейся были применены инструменты анимации слайдов и отдельных элементов на слайдах.

3.5.3 Создание видеоролика

Для создания видеоролика была использована в качестве вспомогательного элемента 3Д-модель персонажа и отдельно модель челюсти человека. С помощью инструмента сканирования так называемый «скелет» модели приобрел оболочку (рисунок 64).



Рисунок 64 – Модель персонажа и челюсти человека для взаимодействия с объектом проектирования в формате анимированного видео

В результате была получена модель персонажа, который в видеоролике взаимодействует с объектом проектирования и отражает его преимущества. При помощи вспомогательных моделей получилось раскрыть все преимущества и особенности проектируемого объекта в презентационном видео.

3.6 Макетирование

Итоговый макет изготавливался при использовании технологии фотополимерной печати акриловым пластиком. Данная технология позволяет воспроизвести трехмерную модель с высокой точностью в короткий срок (рисунок 65).

Фотополимеризация работает за счет использования чувствительных к УФ-излучению свойств фотополимерных материалов. Для большинства процессов 3D-печати слои нанесенного материала отверждаются с помощью УФ-излучения. После того, как 3D-принтер нанес слой, на него проецируется УФ-свет. Ультрафиолетовый свет запускает реакцию в отложившемся материале, в результате чего он затвердевает. Отвержденный материал переходит в твердое состояние, что позволяет производить новый слой и по итогу готовый объект с помощью 3D-принтера.

Преимуществом технологии в контексте данного проекта заключается в том, что для печати подходят модели, созданные в программе Autodesk Fusion 360. Это означает, что разработанная модель может быть реализована точно в таком виде, в каком она представлена в проекте. Таким образом можно добиться наиболее точного прототипа, который будет отражать все особенности 3D модели.

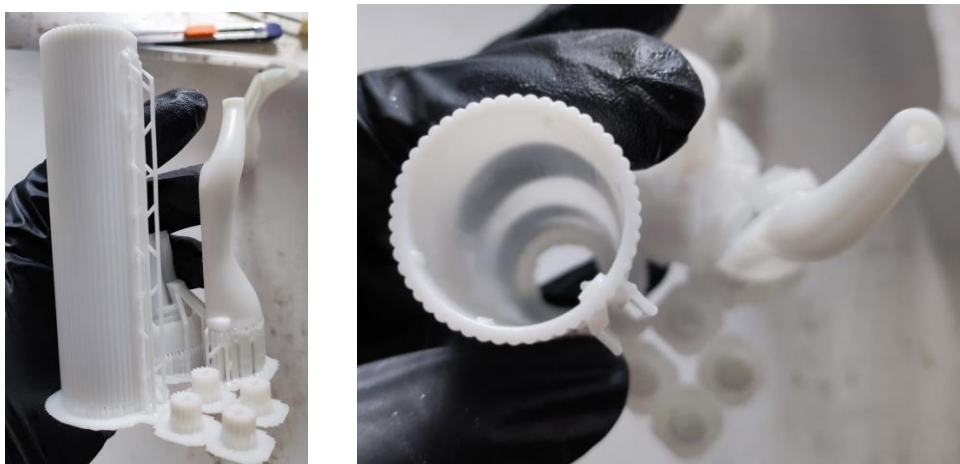


Рисунок 65 – Изготовление чистового макета

3.7 Выводы по третьей главе

В третьей главе описан полный процесс создания 3Д модели, отражены результаты проведенного эргономического анализа. Помимо этого, описан процесс создания презентационного материала, а именно графического планшета, видеоролика и прототипа.

Таким образом в данной работе было представлено принципиально новое решение конструкции чистящей головки для зубной щетки, осуществляющей рекомендательную технику очистки зубов человека, путем выметающих движений от десны к режущему краю зуба. В процессе проектирования анализировался каждый элемент сборочной конструкции на конструктивность и эргономичность. Концепция основана на рассмотренных материалах и технологиях промышленного изготовления путем литья под давлением в пресс-форму.

Экологичность проекта для окружающей среды обеспечивается возможностью переработки материалов, экологичность для пользователя – не токсичность материалов и безопасность при использовании.

Итогом проделанной работы в третьей главе является ряд трехмерных моделей, конструкторская документация, макет, презентационные графические материалы. В качестве дополнительного элемента к проекту была разработана упаковка, которая также является контейнером для переноски зубной щетки и стаканом для полоскания полости рта после произведенной очистки.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

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 двухваликовая электрическая зубная щетка для гигиены полости рта в домашних условиях.

Стоит отметить, что продукт должен привлекать внимание потребителей эстетическим качеством, будучи при этом функциональным, техническим, эргономичным, а самое главное, он должен обладать способностью выдерживать рыночную конкуренцию.

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

- оценить коммерческий потенциал разработки.
- спланировать научно-исследовательские работы;
- рассчитать бюджет научно-исследовательских работ;
- определить ресурсную, финансовую, бюджетную эффективность исследования.

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

Здоровье полости рта стало одной из основных проблем общественного здравоохранения практически во всех частях земного шара в результате быстрого изменения образа жизни и неправильного питания, включая питание с высоким содержанием сахара и увеличение употребления токсичных веществ, таких как табак. Кроме того, клиенты во всем мире уделяют особое внимание

поддержанию здоровья полости рта, что приводит к резкому росту спроса на электрические зубные щетки.

Электрическая зубная щетка — это инструмент, который автоматически чистит зубы с помощью движений щетины. Основной задачей электрической зубной щетки является безопасное и эффективное удаление зубной биопленки со всех поверхностей зубов. Согласно совету Американской стоматологической ассоциации по стоматологической терапии, «зубная щетка предназначена в первую очередь для обеспечения чистоты зубов и полости рта».

Преимущества электрических зубных щеток заключаются в том, что пользователям требуется меньше усилий при чистке, чем ручными зубными щетками, не требуется никакой специальной техники чистки и требуется меньше времени.

Глобальный рынок электрических зубных щеток сегментирован на основе типа продукта, щетины, движения головы, конечного пользователя и географии.

По типу продукта рынок классифицируется как аккумуляторный и перезаряжаемый. По оценкам, среди этих двух сегмент аккумуляторных батарей занимает наибольшую долю рынка.

По щетине рынок классифицируется как мягкая щетина и манометрическая щетина. Среди всего прочего сегмент мягкой щетины, по оценкам, занимает наибольшую долю рынка.

По движению чистящей головки рынок классифицируется как звуковой и ротационный. По оценкам, среди этих двух сегмент ротации занимает наибольшую долю рынка.

По конечному пользователю рынок классифицируется как взрослый, детский, гериатрический. Среди всех, сегмент взрослых, по оценкам, занимает наибольшую долю рынка (рисунок 66). Если рассматривать подробнее, то электрическая зубная щетка используется маленькими детьми, инвалидами, пациентами с нарушением моторики рук, госпитализированными пациентами и т. д.



Рисунок 66 – Карта сегментации рынка

Согласно прогнозам, Европа будет лидировать на рынке по географическому признаку.

Ключевой движущей силой мирового рынка электрических зубных щеток является повышение осведомленности о гигиене полости рта. Кроме того, ожидается, что изменение образа жизни, увеличение располагаемого дохода, повышение уровня жизни, рост числа случаев стоматологических проблем будут способствовать росту мирового рынка электрических зубных щеток. (рисунок 67).

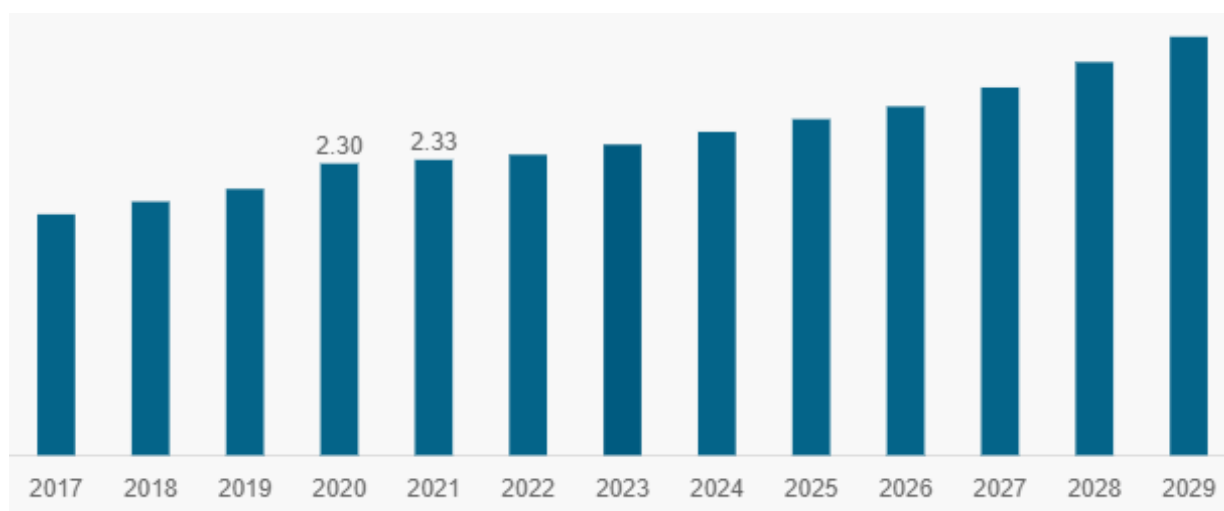


Рисунок 67. Объем рынка зубных щеток с 2017 по 2021 год и прогнозируемые объемы по 2029 год

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Конкурентный анализ необходимо провести для лучшего понимания ситуации на рынке электрических зубных щеток. Реалистично оценить сильные и слабые стороны объекта поможет оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений.

В ходе обзора аналогов, не было обнаружено идентичного технического решения как у разрабатываемого объекта ВКР. Также это подтверждено в проведенном патентном поиске на основе двух баз данных: ФИПС и PATENTOSOPE. Можно предполагать, что разрабатываемая идея обладает технической и конструктивной новизной. Изделие относится к 21 классу по МКТУ: электрические и неэлектрические зубные щетки.

Исходя из выделенного класса, сравниваться объект ВКР будет с мануальными и электрическими зубными щетками. Для анализа конкурентов были выбраны самые популярные образцы электрической и мануальной зубных щеток от Oral-B и Aquafresh (таблица 2).

Таблица 2 – Объекты сравнения

	Объект сравнения	Внешний вид	Стоимость
К _ф	Объект разработки ВКР		≈ 2 020 Р
К ₁	Электрическая зубная щетка Oral-B Vitality 100 Cross Action D100.413.1 Blue		5 499 Р
К ₂	Зубная щетка Aquafresh Средней жесткости		129 Р

Проведем систематический анализ конкурирующих разработок на рынке. Для анализа выделены основные критерии технического и

экономического плана, представленные в таблице 3.

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

Таблица 3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Портативность (возможность взять с собой)	0,05	4	3	5	0,2	0,15	0,25
2. Внешний дизайн	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
3. Эргономика	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
4. Надежность конструкции	0,1	4	4	5	0,4	0,4	0,5
5. Простота в использовании	0,1	4	5	3	0,4	0,5	0,3
6. Качество очистки зубов	0,2	5	5	3	1	1	0,6
7. Длительность срока службы (возможность замены насадок)	0,05	5	5	2	0,25	0,25	0,1
8. Экологичность материалов	0,1	5	2	2	0,5	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Уровень проникновения на рынок	0,1	1	5	5	0,1	0,5	0,5
2. Цена	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
Итого	1	41	40	39	4,15	4,1	3,85

Исходя из проведенного исследования и составленной таблице можно отметить, что разрабатываемый объект вполне может быть конкурентоспособным за счет своей уникальности в плане метода очистки зубов и, следовательно, индивидуален в формообразовании и дизайне.

Экологические проблемы, связанные с утилизацией электрических зубных щеток, могут препятствовать росту мирового рынка электрических зубных щеток. В разрабатываемом объекте ВКР предусматривается решение

экологической проблемы за счёт использования перерабатываемых материалов и отсутствия пластиковых элементов в сменных насадках, что является одним из преимуществ по сравнению с другими электрическими зубными щетками на рынке. Еще одним весомым преимуществом продукта является уникальность метода очистки при помощи встречно вращающихся валиков с щетинками, что позволяет совершать пользователям рекомендательные выметающие чистящие движения без особых усилий. Уникальное строение чистящей головки позволяет эффективно очищать зубы от налета в более короткий промежуток времени, так как очистка происходит одновременно с двух сторон поверхности зуба.

4.3 SWOT-анализ

Представим результаты проведенного SWOT-анализа рынка электрических зубных щеток.

Составим таблицы, которые помогут разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT (таблицы 4). Каждый фактор помечался либо знаком «+» (означает сильное соответствие), либо знаком «-» (означает слабое соответствие); «0» - если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны							
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	+	+	+	+	+
	B2	-	+	+	-	+	+
	B3	+	+	+	-	+	+
	B4	+	+	+	+	+	+
	B5	+	+	+	0	+	+

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Л5С
	B1	-	-	-	-	0
	B2	+	-	-	-	-
	B3	+	-	-	-	+
	B4	+	-	-	-	+
	B5	+	-	-	-	+

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	+	+	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+	+	+
	У4	0	+	+	+	0	+

Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	У1	+	-	-	-	0
	У2	-	-	-	-	0
	У3	+	-	0	-	0
	У4	0	-	-	-	-

Ниже представлена таблица с результатами SWOT-анализа (Таблица 8).

Таблица 8 – Таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Привлекательный дизайн. Уникальность формообразования и дизайна корпуса С2. Простота в использовании. С3. Инновационные подходы к уходу за полостью рта С4. Экологичность. Производственные материалы для устройств являются легко перерабатываемыми, конструкция предусматривает простую разборку на компоненты. С5. Эргономичность С6. Доступность технологии производства	Слабые стороны проекта: Сл1. Продукция доступна только для среднего и высшего социальных слоев Сл2. Маркетинговые стратегии через социальные сети недостаточно проработаны Сл3. отсутствие политики устойчивого развития; Сл4. Отсутствие авторитета на рынке Сл5. Высокая социальная ответственность за счет принадлежности продукции к сегменту здравоохранения.
Возможности: В1. Внедрение инновационных технологий раньше конкурентов; В2. Удовлетворение потребности рынка в персонализированной чистке зубов; В3. Отношение клиентов к устройствам премиального качества, одобренным стоматологами; В4. Проведение опросов потребителей вместе с конкурентами для установления эталонов производства электрических зубных щеток; В5. Растущий спрос на продукт в связи с повышением осведомленности о здравоохранении после пандемии COVID-19.	Направления развития: • Проведение маркетинговых компаний. • Активная рекламная политика. • Постепенное расширение ассортимента • Укрепление репутации создание имиджа надежного и качественного производства. • Повышение квалификации персонала.	Сдерживающие факторы: • Наличие высокой квалификации работника позволит минимизировать обострение конкурентной борьбы. • Укрепление позиций на рынке. • Расширение производственных мощностей технологий. • Создание собственного фирменного стиля, сайта и логотипа. • Привлечение новых специалистов. • Включение новых дополнительных услуг. • Привлечение иностранного инвестора может потянуть за собой увеличение популярности продукта, что позволит выйти на международный рынок.

Продолжение таблицы 8 – Таблица SWOT-анализа

Угрозы:	Угрозы развития:	Уязвимости:
У1. Продукция конкурентов доступнее и известнее; У2. У конкурентов более широкий ассортимент электрических зубных щеток; У3. Конкуренты так же могут внедрять новые технологии или получать одобрение стоматологов; У4. Международные конкуренты могут устанавливать стандарты устойчивости или создавать продукты по более низкой цене за счет снижения производственных затрат.	• Повышение квалификации персонала. • Консультирование клиентов и послепродажное обслуживание. • Своевременное динамичное развитие ассортимента в соответствии с постоянно меняющимися предпочтениями потребителей.	• Для минимизации угрозы обострения конкуренции необходимо, чтобы продукт был качественно представлен покупателю. • Нарботка собственной базы клиентов • Мотивация сотрудников и постоянных клиентов компании. • За счет повышения сервиса и качества производства, а также повышения квалификации отдела кадров, возможно увеличивать покрытие рынка и клиентскую базу, что повысит долю рынка и сохранит за проектом новизну и контракты с поставщиками.

Показания таблиц дают понимание того, над какими слабыми сторонами и угрозами следует поработать, а также какие возможности и сильные стороны можно развивать. Исходя из данных были предложены действия для укрепления позиций на рынке разрабатываемого объекта (таблица 3).

4.4 Определение возможных альтернатив поведения научных исследований

Для определения возможных альтернатив проведения научных исследований использовался морфологический подход, основанный на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта исследования.

Так как разрабатываемая модель двухваликовой зубной щетки имеет новую форму и принцип работы, ей может быть сложнее продвигаться на рынке среди более распространённых и уже известных пользователям

конкурентов. Поэтому необходимо изучить критерии выбора покупателями зубных щеток и создавать решения на этой основе.

Главным критерием при выборе электрической зубной щетки является ее простота в использовании. Простота использования может включать в себя элементы управления (панели включения и выключения), элементы взаимодействия и контакта (материал для чистки щетины). Также стоит рассмотреть возможность ремонта объекта, возможность сборки и разборки устройства (крепление и подключение корпуса).

В соответствии с определенными критериями была составлена таблица 9 возможных решений для проектирования объектов.

Таблица 9– Морфологическая матрица для двухвалковой электрической зубной щетки

	1.	2.	3.
А. Панель включения	Кнопка	Сенсор	Колесо прокрутки
Б. Крепления и соединения	Защелкивающиеся крепления	Резьбовые соединения	Клеевое или спаечное
В. Материал щетинок	Нейлон	Силикон	Растительные

В результате анализа данной матрицы были выбраны следующее наиболее подходящее комбинационное исполнение проектируемого объекта: А3, Б1, В1; А1, Б1, В2 и А2, Б2, В2.

Выбор таких комбинаций обусловлен эргономическим, производственными, экологическими и гигиеническими особенностями и спецификой разрабатываемого объекта.

4.5 Планирование научно-исследовательских работ

4.5.1 Структура работ в рамках научного исследования

Проект разрабатывается в рамках ВКР, основными исполнителями являются: дизайнер (студент) и научный руководитель. Перечень этапов и распределение исполнителей представлено в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Студент, научный руководитель
	2	Календарное планирование, выполнения ВКР, утверждение план-графика	Студент, научный руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	3	Подбор и изучение материалов по теме, анализ аналогов	Студент
	4	Выбор дизайн-концепции, эскизирование	Студент
	5	Функциональный и эргономический анализ	Студент
	6	3D моделирование, черновое макетирование	Студент
<i>Проведение ОКР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	7	3D-визуализация (видеоролик)	Студент
	8	Оформление чертежей	Студент, консультант
	9	Оформление планшетов, альбома, презентации с использованием фирменного стиля	Студент
	10	Изготовление окончательного варианта макета	Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	11	Составление пояснительной записки (разработка всех разделов ВКР)	Студент

Таблица позволила выявить перечень задач и соотнести их с исполнителями.

4.5.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения любой проектной работы оценивается в человеко-днях (таблица 11).

Основными этапами разработки двухвалковой электрической зубной щетки являются: создание концепта и вариантов решения, 3D- моделирование, создание чертежей, макетирование. Самыми продолжительными по времени стали этапы компьютерного объёмного моделирования и макетирования, так как именно на данных этапах формировалась идея касательно внешнего вида устройства с учетом технических и конструктивных особенностей.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	tmin, чел-дни	tmax, чел-дни	тожi, чел-дни			
1. Составление и утверждение технического задания	2	5	3,2	Руководитель, Дизайнер (студент)	1,6	2,36
2. Календарное планирование, выполнения ВКР, утверждение план-графика	2	5	3,2	Руководитель, Дизайнер (студент)	1,6	2,36
3. Подбор и изучение материалов по теме, анализ аналогов	4	15	8,4	Дизайнер (студент)	8,4	12,41
4. Выбор дизайн-концепции, эскизирование	2	7	4	Руководитель, дизайнер (студент)	2	2,96
5. Функциональный и эргономический анализ	2	7	4	Дизайнер (студент)	4	5,91
6. 3D моделирование, черновое макетирование	15	20	17	Дизайнер (студент)	17	25,12
7. 3D-визуализация (видеоролик)	5	15	9	Дизайнер (студент)	9	13,30
8. Создание и оформление чертежей	4	8	5,6	Дизайнер (студент)	5,6	8,28
9. Оформление планшетов, альбома, презентации с использованием фирменного стиля	5	8	6,2	Руководитель, Дизайнер (студент)	3,1	4,58
10. Изготовление окончательного варианта макета	3	5	3,8	Дизайнер (студент)	3,8	5,62
11. Составление пояснительной записки(эксплуатационно- технической документации)	8	11	9,2	Руководитель Дизайнер (студент)	9,2	13,60
Итог:	19	36	25,8	Руководитель		
	52	106	73,6	Дизайнер		
	52	106	73,6	Всего	61	90

На основе таблицы временных показателей строится календарный план-график (Таблица 12).

4.5.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта (таблица 12) строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках работы над концептом, на основе таблицы 10 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 12 – Календарный план-график проведения НИОКР

№ работ	Вид работ	Исполнители	Ткі, кал. дн.	Продолжительность работ													
				февраль		март			апрель			май			июнь		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Дизайнер (студент)	2,36														
2	Календарное планирование, выполнения ВКР	Руководитель, Дизайнер (студент)	2,36														
3	Подбор и изучение материалов по теме, анализ аналогов	Дизайнер (студент)	12,41														
4	Выбор дизайн-концепции, эскизирование	Руководитель, дизайнер (студент)	2,96														
5	Функциональный и эргономический анализ	Дизайнер (студент)	5,91														
6	3D моделирование, черновое макетирование	Дизайнер (студент)	25,12														
7	3D-визуализация (видеоролик)	Дизайнер (студент)	13,30														
8	Создание и оформление чертежей	Дизайнер (студент)	8,28														
9	Оформление планшетов, альбома, презентации с использованием фирменного стиля	Дизайнер (студент)	4,58														
10	Изготовление окончательного варианта макета	Дизайнер (студент)	5,62														

Продолжение таблицы 13 – Материальные затраты для трех вариантов исполнения

Канц.затраты	шт.	10	10	10	50	575	575	575
Черновой макет	шт.	1	1	1	700	805	805	805
Итоговый прототип								
Пластик	г.	350	300	350	0,068	27,37	23,46	27,37
Нейлон	г.	100	0	0	0,070	8,05	0	0
Силикон	г.	0	100	100	1,18	0	135,7	135,7
Сенсор	шт.	0	0	1	300	0	0	345
Кнопки	шт.	0	1	0	30	0	34,5	0
Колесо прокрутки	шт.	1	0	0	500	575	0	0
Итого						10615,42	10198,66	10513,07

Допустим, что коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы составляет 15 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом коэффициента равны:

Исп.1 = **10615,42** руб.

Исп.2 = **10198,66** руб.

Исп.3 = **10513,07** руб.

4.6.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) и производственных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Для проведения эксперимента было использовано оборудование (таблица 14).

Таблица 14 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования тыс. руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.	Литьевая машина для пластмасс «DKM-1650SV»	1	1	1	1 492			1492	1492	1492
2.	Фрезерный станок «Frezak 6040 ST»	1	0	1	220			220	0	220
3.	Инжекционная литьевая машина для производства изделий из силикона	0	1	1	667			0	667	667
4.	Пресс-форма	3	2	2	100			300	200	200
Итого:								2 012	2 359	2 579

Таблица позволила определить общую стоимость оборудования для каждого варианта исполнения проекта:

Исп.1 = 2 012 тыс. руб.

Исп.2 = 2 359 тыс. руб.

Исп.3 = 2 579 тыс. руб.

4.6.3 Основная заработная плата исполнительской темы

В данном разделе произведен расчет основной заработной платы исполнителей проекта по трем вариантам исполнения.

Основная заработная плата дизайнера (студента) – 1 000 руб./ чел. дн., научного руководителя – 2 000 руб./чел. дн.

Размер основной заработной платы установим, исходя из численности исполнителей, трудоемкости и средней заработной платы за один рабочий день.

Произведение трудоемкости на сумму дневной заработной платы определяет затраты по зарплате для каждого работника на все время разработки.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель	Трудоемкость, чел.-дн.	Заработная плата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.	заработная плата с надбавкой 20% тыс. руб.
1. Руководитель	25,8	2	51.6	61,92
2. Дизайнер (студент)	73,6	1	73.1	88,32
Итого				150,24

Зарплата за все время исполнения проекта (5 мес.) вместе с надбавкой в 20% от заработной платы составит:

- для студента - **88,32** тыс. руб.,
- для руководителя – **61,92** тыс. руб.

4.6.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат на отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле (11):

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12-0,15). Если рассматривать ставку дисконтирования равную 0,12 от заработной платы, то получим следующие вычисления:

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$З_{\text{доп}} = 61,92 \cdot 0,12 = \mathbf{7,4304} \text{ тыс./руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы дизайнера:

$$З_{\text{доп}} = 88,32 \cdot 0,12 = \mathbf{10,5984} \text{ тыс./руб.}$$

Итого общая сумма затрат по дополнительной заработной плате составляет **18,0324 тыс./руб.**

4.6.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30% (Таблица 16).

Таблица 16 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс./руб.	Дополнительная заработная плата, тыс./руб.
Дизайнер	88,32	10,5984
Руководитель	61,92	7,4304
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	
Итого	195,312	23,43744

Сумма отчислений во внебюджетные фонды составляет **219 (218.74944) тыс./руб.**

4.6.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ по форме, приведенной в таблице 17.

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов.

Коэффициент, учитывающий накладные расходы составляет 16%.

Накладные расходы составляют:

Исп.1 = 36 762,44 руб.

Исп.2 = 36 695,88 руб.

Исп.3 = 36 746,12 руб.

Таблица 17– Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	10 615	10 199	10 513	Пункт 3.4.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	2 012 000	2 359 000	2 579 000	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей	150,24	150,24	150,24	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	219 000	219 000	219 000	Пункт 3.4.5
5. Накладные расходы	36762,44	36695,88	36746,12	16% от суммы ст. 1-4
6. Бюджет затрат НТИ	266 528	266 045	266 409	Сумма ст. 1-5

Таким образом, расчет бюджета затрат НТИ позволил определить суммы отдельно для всех трех вариантов исполнения проекта. Бюджет затрат НТИ составляет:

Исп.1 = **266 528** руб.

Исп.2 = **266 045** руб.

Исп.3 = **266 409** руб.

4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определим эффективность вариантов исполнения проекта на основе расчета интегрального показателя эффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности (таблица 18).

Таблица 18 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии\Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1. Трудоемкость	0.1	4	5	3
2. Сбережение амортизационных отчислений	0.1	4	4	3
3. Качество результата	0.1	4	5	4
4. Удобство в эксплуатации	0.2	4	5	3
5. Эстетика	0.1	4	5	5
6. Технологичность в изготовлении	0.2	4	5	3
7. Безопасность/стабильность работы устройства	0.2	4	5	3
Итого	1			
Интегральный показатель ресурсоэффективности I_{pi}		4	4,9	3,3

Интегральные показатели ресурсоэффективности вариантов исполнения:

$$(Исп.2 = 4,9) > (Исп.1 = 4) > (Исп.3 = 3,3)$$

Сравнение интегрального показателя позволяет определить сравнительную эффективность проекта (таблица 19)

Таблица 19 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,998188	0,999554
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4	4,9	3,3
3	Интегральный показатель эффективности	4	4,908896	3,301474
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,814847	1	0,672549

Сравнение значений интегральных финансовых показателей разработки в рамках выпускной квалификационной работы показало, что исполнение под номером 1 требует наибольших затрат, а исполнение под номером 2 - наименьших затрат из всех вариантов исполнения.

Интегральный показатель ресурсоэффективности показывает, что наименее ресурсоэффективным является исполнение под номером 3, а наиболее эффективным под номером 2.

Интегральный показатель эффективности также выделяет лучшим вариант разработки под номером 2.

Таким образом, сравнительная эффективность вариантов исполнения позволила определить наилучшее решение из трех представленных. В разработку пойдет исполнение под номером 2, которое включает в себя конструкцию двухершиковой электрической зубной щетки с соединениями корпуса на самозащелкивающихся креплениях, с элементом управления в виде тактильной кнопки, и с щетинками, выполненными из силикона. Такая комбинация является более ресурсоэффективной при производстве, более долговечной и эргономичной при использовании конечным потребителем.

Итак, в ходе оценки перспективности и альтернатив проведения научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

коммерческого потенциала для выпускной квалификационной работы были определены потенциальные потребители.

Также был произведен анализ конкурентных технических решений, результаты которого показали, что разрабатываемое устройство имеет некоторые функциональные возможности, отличающие разработку от аналогов на рынке.

Сильные и слабые стороны решения, его возможности и угрозы, а также корреляция этих показателей были определенных в ходе SWOT- анализа. Полученные показатели позволили определить направление развития разработки для достижения наибольшей востребованности среди целевой аудитории.

Определение перечня этапов и работ в рамках проведения научного исследования позволило структурировать и упорядочить запланированные этапы, а также распределить ответственных исполнителей-участников проекта. Созданный перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования лег в основу структуры календарного плана-графика, необходимого для детального планирования времени выполнения определенного этапа научного исследования.

Разработка двухвалковой электрической зубной щетки является рентабельным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности. По всем показателям второй вариант исполнения является наиболее эффективным.

5 Социальная ответственность

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Освещением вопросов, которые касаются обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, охраны труда и окружающей среды, занимается раздел социальной ответственности. В разделе проанализированы вредные и опасные производственные факторы, возможные чрезвычайные ситуации и приведены рекомендации по уменьшению их влияния на человека [54].

Предметом исследования является система требований разработки двухвалковая электрической зубной щетки. Двухвалковая электрическая зубная щетка - индивидуальное устройство личной гигиены, для ухода за чистотой полости рта, путем удаления мягких отложений с поверхности зубов и дёсен. Актуальностью проекта является новая технология позволяющая совершать выметающие чистящие движения от десны к режущему краю зуба автоматически, что соответствует рекомендациям стоматологов. Область применения: домашнее использование, не требующее квалифицированной подготовки. Разработанный проект двухвалковой зубной щетки в дальнейшем может поступить в производство и упростить процесс очистки зубов для любого пользователя, в особенности: для детей, людей со слабо развитой мелкой моторикой, людей с заболеваниями кистей рук и т.д.

Рабочее место дизайнера – помещение офисного типа площадью 30 м². В холодное время года используется водяное отопление. Вентиляция – естественная. В помещении совмещенный тип освещения. Работа осуществляется на индивидуальном рабочем месте с использованием персонального компьютера. Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: сбор информации по теме исследуемого объекта; проведение эргономического анализа; разработка гипотезы; создание эскизных решений; 3Д моделирование и составление конструкторской документации; подготовка презентационных материалов (планшет, презентация, отчет) для представления проекта.

5.1.1 Правовые нормы трудового законодательства

Согласно трудовому кодексу Российской Федерации, рабочий день нормирован. Для совершеннолетних людей длительность рабочего времени не должна превышать 40 часов в неделю. Для работников, возраст которых менее 16 лет – продолжительность рабочего времени не должна превышать 24 часов в неделю. Для людей в возрасте от 16 до 18, а также инвалидов I и II групп, норма предусматривает длительность рабочего времени не более 35 часов в неделю [55].

Следует отметить, что для работников, которые работают с вредными условиями для жизни – продолжительность рабочего времени, не должна превышать 36 часов в неделю.

5.1.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Рабочее место — это неделимое в организационном отношении (в данных конкретных условиях) звено производственного процесса, обслуживаемое одним или несколькими рабочими, предназначенное для выполнения одной или нескольких производственных или обслуживающих операций, оснащённое соответствующим оборудованием и технологической оснасткой. Эргономические требования работ регламентируются ГОСТ.

ГОСТ 12.2.032-78 – нормирует эргономику «Рабочего места при выполнении работ сидя». В соответствии с требованиями конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы [56].

Организация рабочего места, включает в себя все требования безопасности, санитарии, эргономики, антропометрии, технической эстетики. Пренебрежение данных требований, несет за собой получение производственной травмы, а также развитие профессионального заболевания.

Существенное влияние на работоспособность оператора оказывает правильный выбор типа и размещения органов и пультов управления машинами и механизмами. При компоновке постов и пультов управления необходимо знать, что в горизонтальной плоскости зона обзора без поворота головы составляет 120° , с поворотом – 225° ; оптимальный угол обзора по горизонтали без поворота головы – $30-40^\circ$ (допустимый – 60°), с поворотом – 130° . Допустимый угол обзора по горизонтали оси зрения составляет 130° , оптимальный – 30° вверх и 40° вниз.

Производственная среда, являясь предметным окружением человека, должна сочетать в себе рациональное архитектурное и планировочное решение, оптимальные санитарно-гигиенические решения (микроклимат, освещение, вентиляция), научно обоснованную цветовую окраску и создание высокохудожественных интерьеров.

5.2 Производственная безопасность

Производственная безопасность представляет собой систему организационных мероприятий и технических средств, которые уменьшают риск воздействия опасных производственных факторов на работающих людей до приемлемого уровня.

Для выявления потенциальных опасных и вредных факторов был изучен ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» (Таблица 20). Данное исследование поможет снизить уровень опасности, в результате которой возможно причинение вреда здоровью работников, проектировщика и будущим пользователям объекта [57].

Таблица 20 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте дизайнера (помещение офисного типа площадью 30 м^2)

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Повышенный уровень шума	ГОСТ 12.1.003-2014. "Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности" [58]

Продолжение таблицы 20 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте дизайнера

Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего	СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". СП 60.13330.2020 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха СНиП 41-01-2003 (с Поправкой)
Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения.	СП 52.13330.2016. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. [59]
Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий;	ГОСТ 12.1.038-82 (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [60]

5.2.1 Повышение уровня шума

Источниками шума, на рабочем месте дизайнера, являются принтеры, сканеры, вентиляторы, системы охлаждения. Повышенный уровень шума затрудняет разборчивость речи, снижает работоспособность, повышает утомляемость. Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты.

Предельно допустимые уровни звука на рабочих местах (СП 51.13330.2011. Защита от шума. п.6) представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Допустимые уровни звукового давления

Назначение помещений или территорий	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Поскольку в исследуемом помещении уровень шума, согласно замерам, не превышает норму, разработка и внедрение систем защиты от шума в данном случае является нецелесообразной.

5.2.2 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего

Микроклиматические условия среды характеризуются такими параметрами как температура и скорость движения окружающего воздуха, относительная влажность, давление, тепловое излучение.

Использование ПЭВМ может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в рабочем помещении, то есть к изменению микроклимата.

Организм человека отдает или воспринимает тепловую энергию различными способами - излучением, конвекцией, испарением влаги [61].

Нарушение теплового баланса у человека в условиях высоких внешних температур может привести к перегреву тела, и как следствие к тепловым ударам, вплоть до потери сознания. А в условиях низких температур возможно переохлаждение организма, в результате которого могут возникнуть различные простудные заболевания.

Нормативные показатели микроклимата регламентируются ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Требования к микроклимату определяются исходя из категории тяжести работ. Работа, выполняемая дизайнером, относится к категории 1а, так как она является мало подвижной и мало интенсивной, выполняется в положении сидя с минимальными физическими напряжениями.

В таблице 22 приведены оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах для оператора ЭВМ.

Таблица 22 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте

Период года	Температура воздуха, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	40-60	0,1
Тёплый	23-25	40-60	0,1

Для минимизации воздействия отклонений показателей микроклимата в рабочем помещении необходимо использовать кондиционеры, обогреватели и увлажнители воздуха, которые помогают привести эти показатели к оптимальным значениям.

5.2.3 Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения

Недостаточная освещенность приводит к понижению работоспособности, а также может привести к ухудшению зрения.

Для комфортной работы сотрудника необходимо отсутствие пульсации света, обеспечение достаточной контрастности в цветопередаче монитора,

отсутствие бликов на поверхностях офисного оборудования, а также соответствующее направление светового потока и его спектр.

Согласно СП 52.13330.2016 зрительную работу дизайнера можно характеризовать как работу разряда Б – высокой точности, потому необходимо чтобы параметры освещенности рабочего места соответствовали требованиям, представленным в таблице 23.

Таблица 23 – Требования к освещению помещений жилых и общественных зданий при зрительной работе высокой точности

Характеристика зрительной работы	наименьший эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Относительная продолжительность зрительной работы, %	Искусственное освещение			
					Освещенность на рабочей поверхности от системы общего освещения, лк	Цилиндрическая освещенность, лк	Объединенный показатель дискомфорта, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, %, не более
Высокой точности	От 0,3 до 0,5	Б	1	Не менее 70	300	100	18	15

Для снижения влияния фактора недостаточной освещенности необходимо, чтобы уровень естественного освещения рабочего места и яркость дисплея персонального компьютера были приблизительно одинаковыми. При недостаточной освещенности помещения может помочь увеличение количества световых приборов.

5.2.4 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Поражение электрическим током является одним из опасных факторов на рабочем месте. При работе с компьютером возможно поражение электрическим током, что ведет к появлению ожогов, нагреву сосудов, механическим повреждениям тканей и сосудов, раздражающим воздействиям на ткани.

Общие требования по электробезопасности представлены в ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ.

Для того, чтобы защититься от поражения электрическим током, необходимо:

- обеспечить недоступность токоведущих частей от случайных прикосновений;
- электрическое разделение цепи;
- устранить опасности поражения при проявлении напряжения на разных частях.

Офисное помещение относится к категории помещений без повышенной опасности, однако необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с компьютером.

5.3 Экологическая безопасность

Процесс разработки дизайн проекта не оказывает влияния на окружающую среду, так как разрабатывается и используется внутри ЭВМ. Тем самым загрязнение селитебной зоны, гидросферы и атмосферы не происходит. Тем не менее, продукт, который пойдет в дальнейшее производство может быть источником загрязнения окружающей среды при неправильной утилизации, а также неправильная утилизация компьютеров, оргтехники, бумаги использованных в процессе проектирования могут стать источником загрязнения:

- Воздействие на литосферу и гидросферу: длительность процесса разложения выбранных для проекта материалов (пластик), выделение вредных веществ в процессе разложения (пластика, аккумуляторов)

- Воздействие на атмосферу: пластик по мере разложения может высвобождать метан, который является очень сильным парниковым газом, что вносит существенный вклад в глобальное потепление.

Утилизация технических устройств и организационной техники ограничена законодательно, так как в производстве такой техники используется большое количество материалов, способных нанести большой вред окружающей среде. Главными нормативными актами, регулирующими вопрос утилизации технических устройств, являются федеральные законы РФ «Об охране окружающей среды» и «Об отходах производства и потребления». Утилизация оборудования происходит через обязательное извлечение компонентов, их сортировку и последующую отправку для повторного использования. Такая утилизация происходит обязательно с привлечением квалифицированного персонала.

Утилизация мусорных отходов, таких как бумажная макулатура, отходы от канцелярских принадлежностей, отходы от продуктов питания, производится через сбор, сортировку и утилизацию. Отходы, которые можно использовать повторно, например, макулатуру, после сортировки отправляют на переработку через компании, занимающиеся сбором макулатуры.

Используя такую систему утилизации отходов, можно уменьшить свое воздействие на загрязнение литосферы.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Возможными чрезвычайными ситуациями могут быть:

- Пожар
- Инфекционные заболевания

Наиболее вероятная чрезвычайная ситуация – это пожар. Причинами пожаров могут быть:

- игнорирование основных правил пожарной безопасности;
- неисправность электрической проводки;

- возгорание электроприборов — неисправных, самодельных или оставленных без присмотра;
- курение в неположенных местах.

Согласно 123-ФЗ наиболее вероятные классы пожаров в помещениях с ПЭВМ - «А» и «Е».

Могут гореть в основном твердые вещества, горение которых сопровождается тлением - класс А; или возможны пожары, вызванные возгоранием электроустановок -класс Е.

К первичным средствам пожаротушения в помещениях с ПЭВМ относятся различные углекислотные, аэрозольные, порошковые огнетушители, предназначенные для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. Кроме того, необходим инструктаж сотрудников по плану действий в случае возникновения чрезвычайной ситуации.

Чтобы не допустить возникновения данной чрезвычайной ситуации, необходима периодическая диагностика по обнаружению неисправностей, а также соблюдение персоналом норм пожарной безопасности.

Вывод

В результате работы по разделу «Социальная ответственность» были выявлены основные нормативные акты для обеспечения безопасности жизнедеятельности на рабочем месте. Рассмотрены наиболее значимые опасные и вредные факторы, возникающие при работе над дизайн проектом. Описано влияние процесса разработки дизайн проекта на окружающую среду и меры, необходимые для уменьшения негативного воздействия на литосферу. Также были проанализированы возможные чрезвычайные ситуации и меры их избегания.

Рабочее место, используемое при разработке дизайн проекта, удовлетворяет всем требованиям безопасности, правилам и нормам, необходимым работнику категории 1а. Микроклиматические условия соблюдаются за счет системы отопления в холодное время и кондиционером в теплое время. Искусственное освещение обеспечивается за счёт ламп, расположенных равномерно

вдоль всего потолка. Уровень шума находится в рамках допустимых значения. Так как ПЭВМ не является электроустановкой, а относится к электрооборудованию, согласно приказу Минтруда России от 15.12.2020 N 903н персоналу присваивается 1 группа по электробезопасности, путем проведения инструктажа. Защита от воздействия электрического тока обеспечивается путем проведения инструктажа среди сотрудников, проверки состояния ПК при начале работы с ним и соблюдения правил безопасности во время работы. Само помещение относится к категории В по пожарной опасности, однако имеет все необходимые компоненты для обеспечения безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования разработан проект двухвалковой электрической зубной щетки призванной реализовывать рекомендательную модель очистки зубов человека совершая выметающие движения от десны к режущему краю зуба. Разработанный проект способствует упрощению и ускорению очистки зубов, так как самостоятельно выполняет чистящие движения и захватывает одновременно больше поверхностей зуба для очищения.

В дополнение была разработана упаковка, которая одновременно является контейнером для переноски и стаканом для полоскания полости рта от остатков зубной пасты после процедуры очистки.

В процессе исследования был проведен обзор рынка потребителей за счет чего выделено перспективное позиционирования продукта на рынке. Это позволяет вывести разработку на рынок и создает конкурентное преимущество.

Также рассматривался путь решения проблемы загрязнения экологии за счёт перерабатываемых материалов и простоты разборки корпуса на компоненты при утилизации. Экологичность для пользователя обеспечена выбором безопасных материалов, не вредящих здоровью при эксплуатации.

По итогу проектирования была разработана конструкция и дизайн оболочки двухвалковой электрической зубной щетки. В соответствии с заданием выпускная квалификационная работа выполнена в полном объеме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кто изобрел зубную щетку и когда она была изобретена? Библиотека Конгресса. Доступно по адресу: <http://www.loc.gov/rr/scitech/mysteries/tooth.html>. Дата обращения: 20 декабря 2021 года.
2. Зубные Щетки. Американская стоматологическая ассоциация. Доступно по адресу: <http://www.ada.org/1321.aspx>. Дата обращения: 10 декабря 2021 года.
3. История зубных щеток и зубных паст. Здоровье полости рта и зубов Colgate Ресурсный центр. Доступно по адресу: <http://www.colgate.com/app/CP/US/EN/OC / Information/Articles/Oral-and-Dental-Health-Basics/Oral-Hygiene/Brushing-and-Flossing/article/History-of-Toothbrushes-and-Toothpastes.cvsp>. Дата обращения: 10 декабря 2021 года.
4. Щетки для выравнивания зубов по краю. "Нью-Йорк таймс". Доступно по адресу: http://www.nytimes.com/2008/04/17/garden/17toothbrush.html?ra_hochet-ed=все&_r=0. Дата обращения: 15 декабря 2021 года.
5. Доступно по адресу: Бюро индийских стандартов (BIS) <https://law.resource.org/pub/in/bis/S02/is.3387.2004.pdf>. Дата обращения: 20 декабря 2021 года.
6. Ван дер Вейден Г.А., Тиммерман М.Ф., Дансер М.М., Ван дер Вельден У. Роль зубных щеток: преимущества и ограничения. В: Материалы Европейского семинара по механической борьбе с налетом, Ланг Н.П., Аттрем Р., Ле Х., ред. Берлин, Квинтэссенция Verlag, стр. 138-155, 1998.
7. «Comparison of crown width, length, width/length ratio of maxillary anterior teeth between male and female dental students». Доступно по адресу: https://www.researchgate.net/publication/331347448_Comparson_of_crown_width_length_widthlength_ratio_of_maxillary_anterior_teeth_between_male_and_female_dental_students. Дата обращения: 10 декабря 2021 года.
8. Кугини М., Уоррен П. Ручная зубная щетка с перекрестным действием Oral-B: обзор литературы за 5 лет. Джей Кэн Дент Доц 2006; 72:323.

9. Гатземейер Дж., Панагакос Ф. Интеллектуальная технология для превосходной очистки зубов и десен. Июнь 2012 Года;23 (Спецификация Iss A): A1-4.

10. Натху С., Манкоди С., Матео Л.Р., Чакнис П., Панагакос Ф. Клиническое исследование, сравнивающее эффективность наддесневого налета и гингивита специально разработанной звуковой зубной щетки с уникальными технологиями зондирования и управления с коммерчески доступной ручной плоской зубной щеткой. (Спецификация Iss A): A11-6.

11. Хантер Г, Бернс Л, Боун Б, Минтел Т, Хименес Э. Исследование удобства использования специально разработанной звуковой зубной щетки с уникальными технологиями зондирования и управления. J Клинический (Спецификация Iss A): A31-4.

12. Потратьте две минуты на то, чтобы почистить зубы. Американская стоматологическая ассоциация. Доступно по адресу: <http://www.ada.org/news/7484.aspx>. Дата обращения: 20 декабря 2021 года.

13. Робинсон П.Г., Дикон С.А., Дири С., Хеанью М., Уолмсли А.Д., Уортингтон Х.В., Гленни А.М., Шоу В.К. Ручная или механическая чистка зубов для здоровья полости рта. Дата обращения: 20 декабря 2021 года.

14. Александр А. Воспитание полезных привычек. Новости аптеки. Сентябрь 12, 2011. Доступно по адресу: <http://drugstorenews.com/article/brushing-good> - привычки. Дата обращения: 10 декабря 2021 года.

15. Орехова Л.Ю., Кучумова Е.Д., Стюф Я.В., Киселев А.В. Основы профессиональной гигиены полости рта. Учебное пособие - СПб.: 2004

16. Научно-практический журнал. Новое в стоматологии. №31352006. стр. 56 - 58. Petrone D.M., Chaknis P., Devizio W., Volpe A.R. Сравнительная оценка клинического воздействия новой мануальной зубной щетки на удаление зубного налета и снижение интенсивности проявлений гингивита.

17. Кузьмина, Э. М. Профилактика стоматологических заболеваний : учеб. пособ. / Э. М. Кузьмина. – М.: Тонга-Принт, 2001. – 216 с.

18. ГОСТ 6388-91. «Щетки зубные. Общие технические условия». М.: Изд.Стандартов. - 1992. - 16 с.
19. Ремизов С.М., Пружанский Л.Ю. / Влияние зубных щеток на стираемость эмали и дентина зубов человека. // Стоматология. 1990. -№4. - С.4-7.
20. Спиридонова Т.Н. / Зубные щетки «Аквафреш» в поддержании оптимального гигиенического состояния полости рта. // Совр. стоматология. 1999. - №3. - С.40-2.
21. Улитовский С.Б. / Новое в мире зубных щеток. // Пародонтология. -1997. -№2.-С.42-3.
22. Самонс Р. Борьба с зубным налетом. В кн.: Обнаружение, предотвращение и контроль медицинских биопленок. Чичестер, США: John Wiley & Sons; 2003. 223 с.
23. Zhou ZR, Yu HY, Zheng J и др. Стоматологическая биотрибология, Нью-Йорк, США: Springer: 2013;18.
24. Фишман СЛ. История средств гигиены полости рта: как далеко мы продвинулись за 6000 лет? пародонт. 2000; 15:7–14.
25. Кумар СП. Средства гигиены полости рта. В: Hiremath SS (редактор). Учебник профилактической и внебольничной стоматологии. 2-е изд. Индия: Эльзевир. 2011. 412 с.
26. Элангован А., Муранга Дж., Джозеф Э. Сравнительная оценка противомикробной эффективности четырех жевательных палочек, обычно используемых в южной Индии: исследование in vitro. Индиан Джей Дент Рез. 2012;23(6):840.
27. Шарма А., Санхла Б., Паркар С.М. и др. Влияние традиционно используемых жевательных палочек нима и бабула (датун) на мутантный стрептококк: исследование in vitro. J Clin Diagn Res. 2014;8(7): ZC15–ZC17.
28. Кумар В.С., Наваратнам В. Ним (*Azadirachta indica*): предыстория современного медицинского применения человечеством. Азиатский Пак Джей Троп Биомед . 2013;3(7):505–514.
29. Насим С., Хашми К., Фасих Ф. и др. In vitro оценка

противомикробного действия мисвака в отношении распространенных оральных патогенов. Пак J Med Sci . 2014;30(2):398–403.

30. Лэрд Л.Д., Барнс Л.Л., Хантер-Адамс Дж. и др. Глядя исламу в зубы: социальная жизнь сомалийской зубной щетки. Мед Антропол К . 2015.

31. Jardim JJ, Alves LS, Maltz M. История и мировой рынок средств по уходу за полостью рта на дому. Браз Орал Рес . 2009;23(1):17–22.

32. Зубная щетка. OED онлайн. Издательство Оксфордского университета.

33. Уильям Аддис, Уодсворт HN, DuPont. Библиотека Конгресса. Кто изобрел зубную щетку и когда она была изобретена? Ежедневные тайны. 1938 год.

34. Валджи М.Ф., Кокер О., Валенца Дж.А. и др. Убедительная зубная щетка для улучшения соблюдения гигиены полости рта. AMIA Annu Symp Proc . 2008; 6:1167.

35. Балуда М.И. Исследование и оценка рабочих характеристик зубных щеток// Материалы II научно-практической конференции молодых ученых «Современные технологии в экспериментальной и клинической стоматологии». – М., 2011. – С. 3–5.

36. Балуда М. И., Винниченко Ю.А., Поповкина О.А. Электрические и мануальные зубные щетки – сравнительные характеристики и оценка эффективности// Стоматология. – 2011. – №6. – С. 85–87.

37. Балуда М.И., Винниченко Ю.А., Дмитриева Н.А. Микробиологическое исследование эффективности различных способов дезинфекции зубных щеток // Стоматология. – 2012. – №1. – С. 31–34.

38. Балуда М. И., Винниченко Ю.А. Клиническая эффективность применения мягких зубных щеток с различным материалом щеточного поля // Медицинский алфавит. Стоматология. – 2012. – №2. – С. 52–55.

39. Николаев А.И., Гинали Н.В., Цепов Л.М., Шашмурина В.Р. Анализ эффективности и безопасности электрических зубных щеток Oral-B с технологией возвратно-вращательных и пульсирующих движений в рамках

программы «здоровая улыбка». Стоматология. 2016;95(3):17-22.

40. НИ ТПУ, сеть интернет [Электронный ресурс]: <https://net.tpu.ru/main>- Режим– Загл. с экрана; (Дата обращения: 10.04.2022).

41. Алгоритм работы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.google.com/document/d/1LLeleUBAHUSQejwLR7Jg3hTnohNVMIA2WU8M2KbhH-U/mobilebasic>. (Дата обращения: 10.04.2022).

42. Диаграмма Ганта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://worksection.com/faq/gantt-chart.html>. (Дата обращения: 10.04.2022).

43. Трудоемкость выполнения научного исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-opredeleniyu-trudoemkosti-vypolneniya-nauchno-issledovatel'skoy-raboty> – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 15.04.2022).

44. Расчет материальных затрат НТИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mydocx.ru/11-13684.html> – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 18.04.2022).

45. Заработная плата [Электронный ресурс] /. — Электрон. текстовые дан. — Режим доступа: https://www.audit-it.ru/terms/trud/zarabotnaya_plata.html – Загл. с тит. экрана (дата обращения: 18.04.2022).

46. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018);

47. ТОИ Р-45-084-01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере <https://legalacts.ru/doc/toi-r-45-084-01-tipovaja-instruktsija-po-okhrane-truda>

48. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования <https://docs.cntd.ru/document/1200003913>

49. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. <https://docs.cntd.ru/document/901702428>

50. Методические рекомендации по разработке инструкций по охране труда для основных профессий и видов работ в мебельном производстве (утв.

Минтрудом России 11.05.2004) <https://docs.cntd.ru/document/1200039248>

51. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. <https://docs.cntd.ru/document/5200228>

52. ГОСТ Р 55658-2013. Панели стеновые с деревянным каркасом. Технические условия. <https://docs.cntd.ru/document/1200105474>

53. СП 118.13330.2012. Общественные здания и сооружения (актуализированная редакция СНиП 31-06-2009) <https://docs.cntd.ru/document/1200092705>

54. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. <https://docs.cntd.ru/document/1200136071>

55. Методические указания по оценке вредных производственных факторов при лазерной обработке некоторых поливинилхлоридных и металлических материалов <https://docs.cntd.ru/document/1200035154>

56. Метод расчета выбросов при сварочных работах на основе удельных показателей <https://docs.cntd.ru/document/1200113825>

57. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. <https://docs.cntd.ru/document/5200289>

58. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» - Введ. 28.01.2021 <https://docs.cntd.ru/document/573500115>

59. СП 51.13330.2011. Защита от шума– Введ. 20.05.2011 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

60. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. <https://docs.cntd.ru/document/573500115> Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 – Введ. 08.05.2017 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

61. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки – Введ. 31.10.1996 –

Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

62. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда Введ. 01.11.2005 – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

63. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ С.В. Белов, А.В. Ильицкая, А.Ф. Козьяков и др.; под общ.ред. С.В. Белова. 7-е изд., стер. – М.:Высш.шк., 2007. – с. 616.

64. Безопасность жизнедеятельности: практикум / Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – с. 101.

65. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / О.Б. Назаренко, Ю.А. Амелькович. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – с. 178.

66. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 07.04.2022) "Об отходах производства и потребления" (с изменениями и дополнениями, вступившими в силу с 14.06.2020) – Доступ из справ.-правовой системы КонсультантПлюс. – Текст: электронный.

67. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. <https://docs.cntd.ru/document/9051953>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Исследование поведенческой модели пользователя и разработка требований к объекту

Процесс	Действия пользователя	Требования к устройству
Покупка	Сценарий 1 (интернет-заказ). Пользователь нуждается в приобретении зубной щетки (закончился срок работы прошлой, появились новые требования к щетке в связи с какими-либо изменениями уровня здоровья и качества ухода за полостью рта, например установка брекетов, для которых нужна особая техника очистки). Просматривает предложения в интернет-магазинах. Выбирает для себя наиболее подходящий продукт исходя из внешнего вида товара, цены, его описания и отзывов. Указывает доставку в свой город почтой (платная), получает электронную квитанцию и ждет доставки в свой город. Ждет извещения о доставке. Сценарий 2 (покупка в магазине). Пользователь осознает, что нуждается в приобретении зубной щетки. Приходит в магазин или аптеку для приобретения нужного товара. Находит витрину с зубными щетками. Самостоятельно (или благодаря советам консультанта), при помощи визуального изучения упаковки и информации на ней, пользователь совершает свой выбор. Берет в руки упаковку с наиболее понравившейся моделью зубной щетки, рассматривает ее со всех сторон и делает окончательное решение. Далее проходит к кассе, подает кассиру выбранный продукт и оплачивает его.	Для сценария 1. Объект должен быть зарегистрирован и представлен в сети интернет со всей необходимой информацией, требуемой для ознакомления заинтересованных лиц с внешним видом, описанием продукта, его комплектацией, материалами, особенностями и способами заказа/покупки. Для сценария 2. Объект должен быть представлен на витринах магазинов в информативной упаковке, чтобы покупатель смог самостоятельно или при помощи консультанта сделать свой выбор наиболее подходящей зубной щетки. Важную роль играет в представлении товара его упаковка, а точнее ее привлекательность и информативность.
Транспортировка до места применения	После оплаты товара, покупатель убирает упаковку в личную сумку или пакет. В таком виде доносит упаковку с зубной щеткой до дома и ванной комнаты.	Упаковка не должна иметь острых или цепляющихся краев. Не должна быть подвержена случайному вскрытию.
Распаковка	Пользователь оглядывает упаковку в поиске места ее раскрытия. Найдя на упаковке место распаковки, начинает производить вскрытие упаковки и извлекает из	На упаковке необходимо предусмотреть интуитивно понятные элементы и знаки для обозначения

	нее зубную щетку. Предварительно изучив советы по использованию, выбрасывает упаковку в мусорное ведро. Зубная щетка промывается и ставится в стакан/подставку в ванной комнате.	того, как необходимо раскрывать конкретную упаковку. Упаковка должна предусматривать ее вскрытие без применения дополнительных инструментов (ножниц, ножа и т.д.).
Повседневная эксплуатация изделия	Пользователь, после приема пищи утром и вечером, заходит в ванну, моет руки и умывается, зрительно находит местонахождение своей зубной щетки, берет ее в руку. Другой рукой берет зубную пасту и при помощи основной руки открывает ее колпачок. Некоторые пользователи будут класть зубную щетку на стойку в ванной после того, как нанесли на нее зубную пасту, но перед ее использованием. Под струей воды промывает головку зубной щетки. Наносит немного зубной пасты на щетину зубной щетки. Помещает зубную щетку в ротовую полость, чтоб немного освободить руки. Закрывает пасту и убирает на место. Снова берется за щетку и производит чистящие повторяющиеся движения по внешней, внутренней и жевательной поверхностям зубов. По завершению чистки зубов, человек сможет приступить к чистке поверхности языка, перевернув щетку щетинками вверх, на обратной стороне головки щетки, где находится небольшой рельеф, помогающий очистке языка и щек. После полной очистки полости рта, пользователь сплевывает в раковину остатки зубной пасты и промывает зубную щетку от пасты и загрязнений. Очищенную щетку возвращает месту ее хранения.	<u>Рукоятка зубной щетки:</u> Должна обладать эргономичной формой и размером, для удобного удержания в руке. Не должна иметь острых углов и кромок. Также предусматривать антискользящие элементы на ручке, для того чтобы не выронить щетку с учетом влажности поверхностей рук и самой щетки. На рукоятке должен располагаться торговый знак, логотип производителя. <u>Головка щетки:</u> Головка щетки не должна иметь острых кромок и углов. Должна быть комфортного размера для использования. На задней стороне можно предусмотреть рельеф для чистки языка. <u>Щетина щетки:</u> Щетинки должны обладать закругленными концами, для предотвращения травматизации тканей десен и зубов. Щетинки не должны быть сильно редкими.
Ремонт	В мануальных щетках не предусматривается ремонт. Чаще всего вышедшую из строя зубную щетку просто заменяют на новую.	Прописать на упаковке информацию по ее сроку использования конкретной зубной щетки.
Утилизация	По истечению срока пригодности зубной щетки, ее утилизируют. Обычно зубную щетку также	Зубная щётка — незаменимый предмет в обиходе человека и это нельзя

	выбрасывают в мусорное ведро. Человек использует 4-5 зубных щёток в год. Это большая проблема ведь при их изготовлении используются разные виды пластика (ПВХ, сополимеры стирола, полиэтилен), которые являются продуктами нефтепереработки, резины и не разлагаются без вреда для природы, а выделяют токсические соединения. Полностью утилизировать такой продукт сложно, но возможно. Дополнительные и желательные сценарии по утилизации зубных щеток: • Отдать в пункт сбора для вторичной переработки • Контейнер раздельного сбора мусора • Использовать в хозяйственных целях. Это продлит жизнь вне мусорного полигона или мусороперерабатывающего завода.	изменить, но минимизировать ущерб можно. При производстве и выборе материалов продумывать процесс утилизации и переработки продукта. Проинформировать покупателя о процессе утилизации информацией на упаковке.
--	---	--

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Средние размеры постоянных зубов

Зубы	Медиадно- дистальный размер	Вестибу- лярно- оральный размер	Высота коронки	Длина корня (мм)	Общая длина (мм)
Верхний первый резец	8-5	7-0	10-5	13-0	23-5
Верхний второй резец	6-5	6-0	9-0	13-0	22-0
Верхний клык	7-5	8-0	8-0	17-0	27-0
Верхний первый премоляр	7-0	9-0	8-5	14-5	23-0
Верхний второй премоляр	7-0	9-0	8-5	14-0	22-5
Верхний первый моляр	10-5	11-0	7-5	12-5	20-0
Верхний второй моляр	9-5	11-0	7-0	11-5	18-5
Верхний третий моляр	8-5	10-0	6-5	11-0	17-5
Нижний первый резец	5-0	6-0	9-0	12-5	21-5
Нижний второй резец	5-5	6-5	9-5	14-0	23-5
Нижний клык	7-0	7-5	11-0	15-5	26-5
Нижний первый премоляр	7-0	7-5	8-5	14-0	22-5
Нижний второй премоляр	7-0	8-0	8-0	14-5	22-5
Нижний первый моляр	11-0	10-0	7-5	14-0	21-5
Нижний второй моляр	10-5	10-0	7-0	12-0	19-0
Нижний третий моляр	10-0	9-5	7-0	11-0	18-0



Конструкторская документация

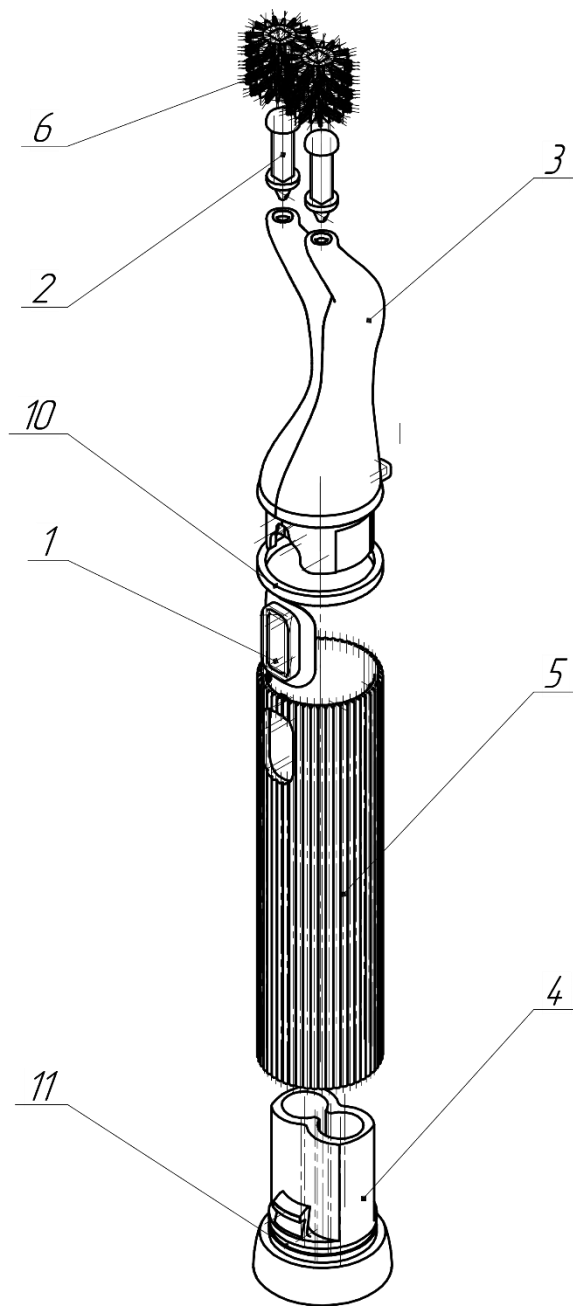
119

КОМАС-ЭП и/или Чеймс Бетия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования". Распространение запрещено. Разрешено использование в личных целях.

Справ. №	Перед. примен.
----------	----------------

Изм. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. №	Подп. и дата
--------	--------------	--------------	--------	--------------

Не для коммерческого использования



ФЮРА.304000.010

					ФЮРА.304000.010				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Взрыв-схема		Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Леонтьева А.Ю.							1:1
Проб.		Ризен Ю.С.							
Т.контр.							Лист	Листов	1
И.контр.		Вехтер Е.В.			ТПУ ОАР ИШИТР				
Утв.					Группа 8Д81				

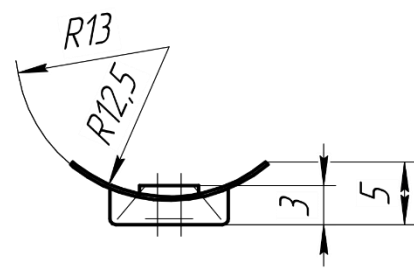
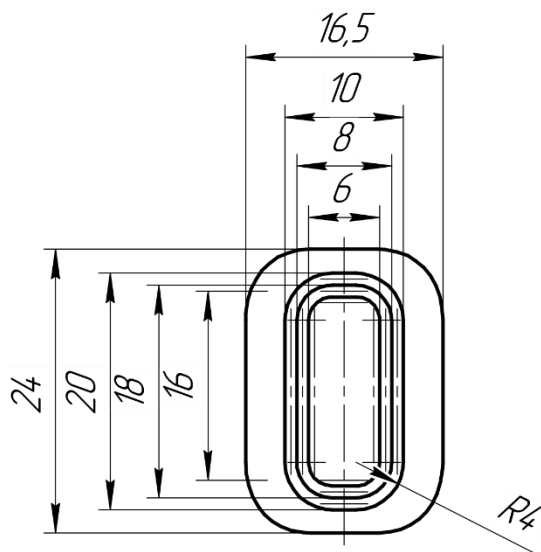
Копировал

Формат А3

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АКЮН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дд/дл	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.

ФЮРА.711000.001



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Леонтьева А.Ю.		
Пров.		Ризен Ю.С.		
Т.контр.				
Н.контр.		Вехтер Е.В.		
Утв.				

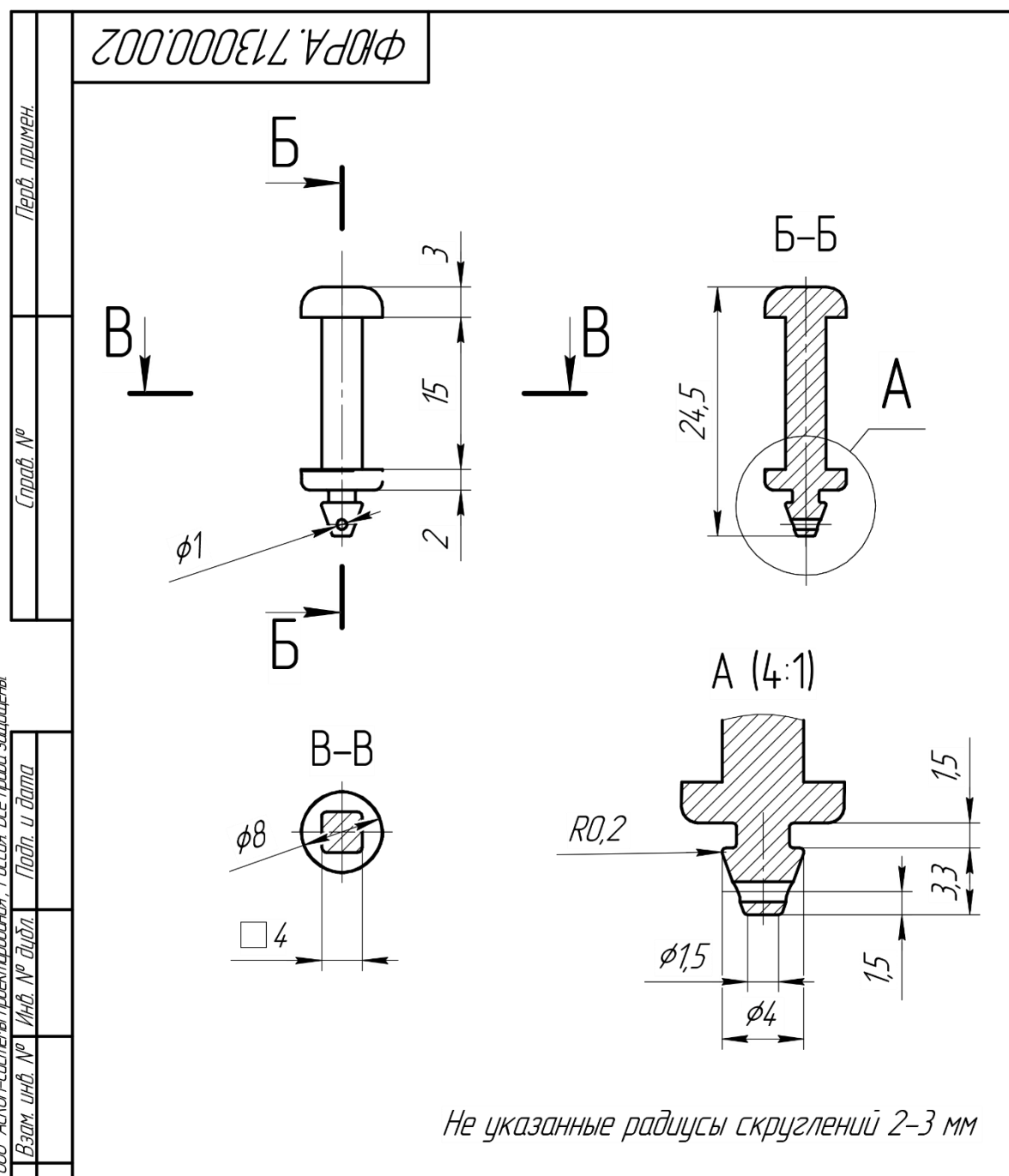
ФЮРА.711000.001		
Кнопка	Лит.	Масса
	У	2:1
Силикон медицинский ГОСТ 31509-2012	Лист	Листов 1
	ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Д81	

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

КОМПАС-3D v19 Учётная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены



ФЮРА.713000.002

Справ. №	Перв. примен.
----------	---------------

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № д/дл.
--------------	--------------	--------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Леонтьева А.Ю.			
Пров.	Ризен Ю.С.			
Т.контр.				
Н.контр.	Вехтер Е.В.			
Утв.				

ФЮРА.713000.002				
Стержень	Лит.		Масса	Масштаб
	У			2:1
	Лист		Листов 1	
Силикон медицинский ГОСТ 31509-2012		ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Д81		

Не для коммерческого использования

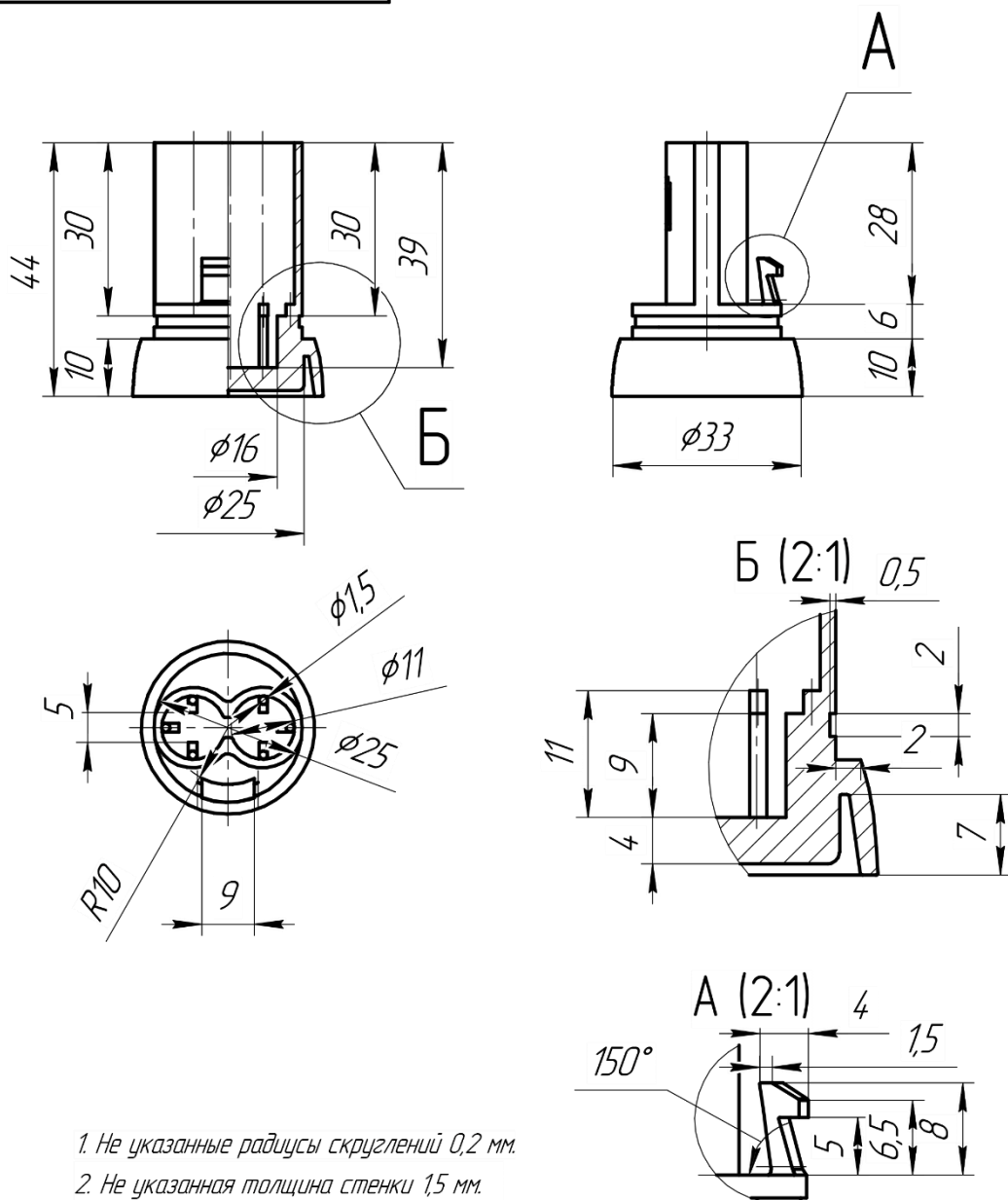
Копировал

Формат А4

КОМПАС-3D v19 Учётная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дил.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
Изм. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Разраб.	Леонтьева А.Ю.	
Проб.	Ризен Ю.С.			Т.контр.		
Н.контр.	Вехтер Е.В.			Утв.		

ФЮРА.735000.004



ФЮРА.735000.004

Изм. Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
Разраб.	Леонтьева А.Ю.		
Проб.	Ризен Ю.С.		
Т.контр.			
Н.контр.	Вехтер Е.В.		
Утв.			

Аккумуляторный отсек

Пластик медицинский
ГОСТ 31508-2012

Лист	Масса	Масштаб
у		1:1
Лист	Листов	1
ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Д81		

Не для коммерческого использования

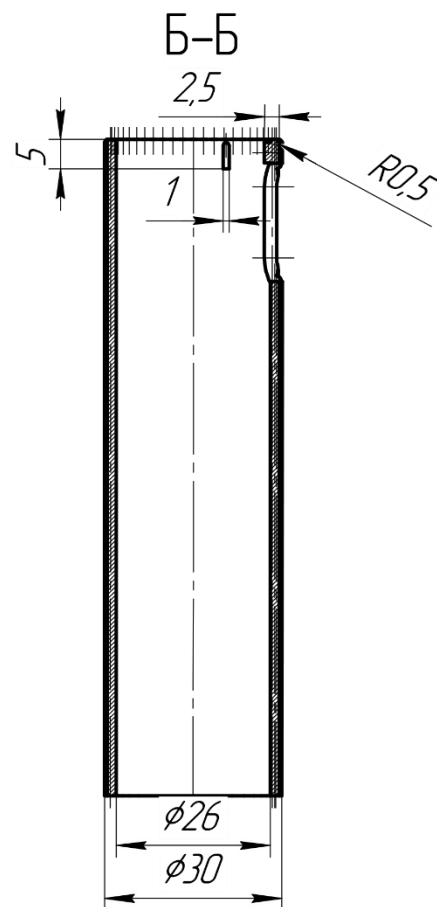
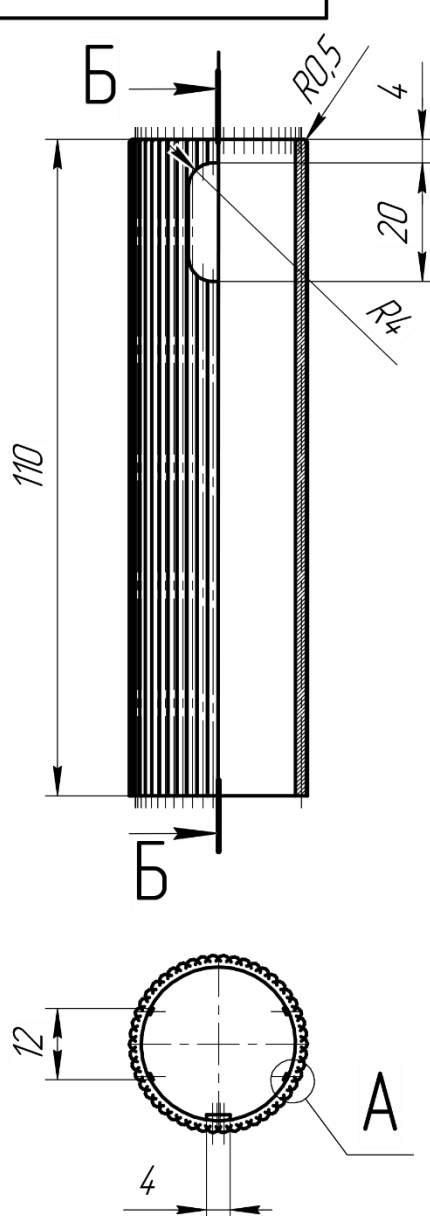
Копировал

Фармат А4

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АКЮН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	---------------

ФЮРА.753740.005



ФЮРА.753740.005

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Леонтьева А.Ю.		23.05
Пров.		Ризен Ю.С.		23.05
Т.контр.				
Н.контр.		Вехтер Е.В.		
Утв.				

Рукоятка

Пластик медицинский
ГОСТ 31508-2012

Лист	Масса	Масштаб
1		1:1
Лист	Листов	1
ТПУ ОАР ИШИТР Группа 8Д81		

Не для коммерческого использования

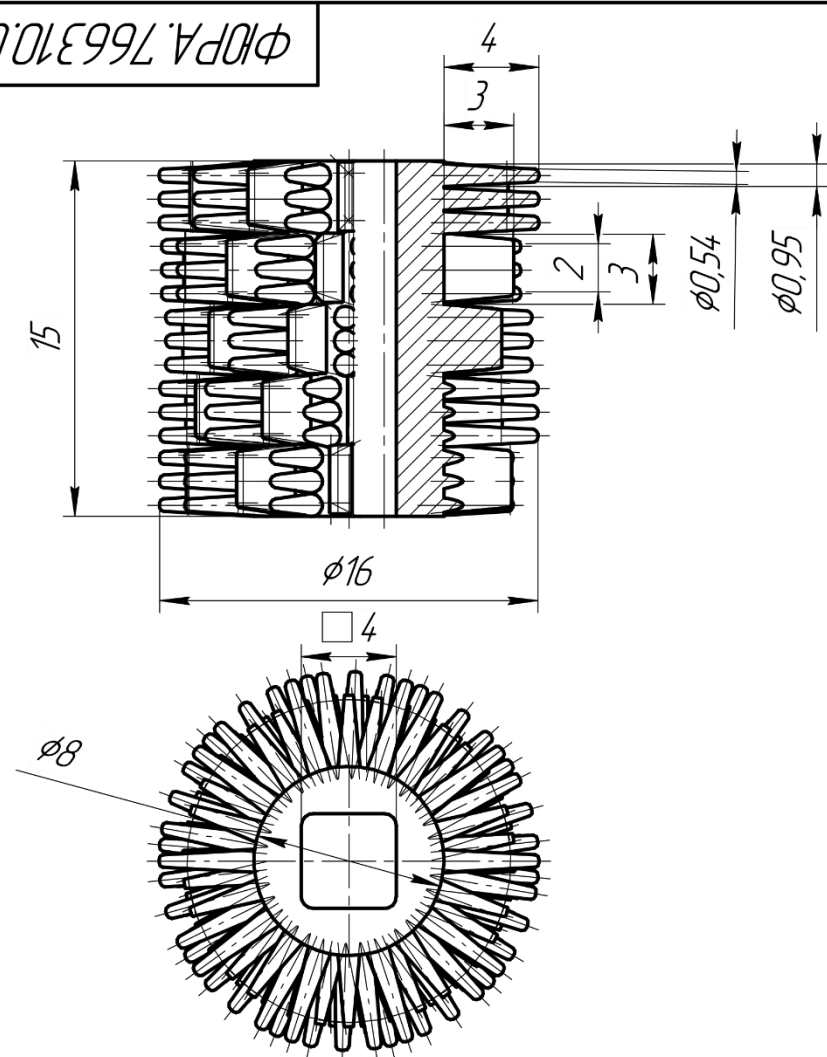
Копировал

Формат А4

КОМПАС-3D v19 Учётная версия © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дил.	Подп. и дата	Справ. №	Перв. примен.
--------------	--------------	--------------	-------------	--------------	----------	---------------

ФЮРА.766310.006



1. Количество диаметральных щетинок в слое 10, рядов 15, общее количество зубчиков 150 шт.
2. Количество пластинчатых щетинок в слое 10, рядов 5, общее количество пластинок 50 шт.
3. Угол поворота слоев относительно центральной оси равен 15°
4. Не указанные радиусы скруглений 0,2-0,5 мм.

ФЮРА.766310.006					Лист			Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	у				4:1
Разраб.	Леонтьева А.Ю.								
Пров.	Ризен Ю.С.								
Т.контр.									
Н.контр.	Вехтер Е.В.								
Утв.									
Насадка с щетинками					Лист			Листов	1
Силикон медицинский ГОСТ 31509-2012					ТПУ ОАР ИШИТР			Группа 8Д81	

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

ЧИСТ ТОЧКА

РАЗРАБОТКА КОРПУСА ДВУХВАЛКОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗУБНОЙ ЩЕТКИ

РАЗРАБОТКОЙ ШЕЛКИ ЗАНИМАЕТСЯ ЧЕЛОВЕК С ЗУБНОЙ ЩЕТКОЙ С ДРУЖЕЛИСКИМИ ЧЕТИМИ. ХОРОШО ПОНЯВШИ СЕБЯ ПРИ ОЧИЩЕНИИ МЕСТ СОПРЯЖЕНИЯ ЗУБОВ В ЭТОМ РАДУ ПЛОСКИЕ ПРИКОТОННЫЕ ШЕТИКИ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫ ВО ВРЕДЯ СЕРВИЯ ПАЛЕТКА С ВЕСТИВЛЯРИС И ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЗУБА

1) ШЕТИКИ
ЗНАЧИТЕЛЬНОСТЬ ШЕТИКОВ ДОСТИГАЕТСЯ ЗА СЧЕТ РАЗНОГО ВИДА ШЕТИКОВ. ТОЧНОЕ ДЛИННЫЕ КОЛОНОВИДНЫЕ ШЕТИКИ ХОРОШО ПРОСЛАВЛЯ СЕБЯ ПРИ ОЧИЩЕНИИ МЕСТ СОПРЯЖЕНИЯ ЗУБОВ В ЭТОМ РАДУ ПЛОСКИЕ ПРИКОТОННЫЕ ШЕТИКИ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫ ВО ВРЕДЯ СЕРВИЯ ПАЛЕТКА С ВЕСТИВЛЯРИС И ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЗУБА

2) РУКОЯТКА
РУКОЯТКА ПРЕДСТАВЛЯЕТ ИЗ СЕБЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ФОРМУ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РЕЛЬЕФОМ, КОТОРЫЙ ПРЕДУСМОТРЕН ДЛЯ ЛУЧШЕГО СЦЕПЛЕНИЯ И ТАКТИВНОСТИ ПРИ БОЛЕЕ ТОНЧОМ ПРОВОРОТЕ РУКОЯТКИ В РУКЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

3) ОТСЕК ДЛЯ БАТАРЕЕК
ВОСТОЧНОЕШЕТИЛЬНЫЕ СИМВОЛЫ ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БАТАРЕЕК

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ
ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БЕЗОПАСНЫЕ, НЕТОКСИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЛЕГКО РАБОТАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УПАКОВКА +
КОНТЕЙНЕР ДЛЯ НОШЕНИЯ С СОБОЙ, СТАКАН ДЛЯ ОПОСЛАЩИВАНИЯ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН
ГОРСКИЙ КОМПАНИ

ДВУХВАЛКОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЗУБНАЯ ЩЕТКА

ЛЕОНТЬЕВА
АЛИНА
ЮРЬЕВНА

54 | 03 | 01 8ДВ1 НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: РИЗЕН Ю.С.

ПРИНЦИП ОЧИСТКИ

АДАПТАЦИЯ
ЧИСТИЛИИ ГОТОВЫИ ШЕТИ
ПОД ШИРИНУ ЗУБА

ПОЛОЖЕНИЕ ЗУБНОЙ ЩЕТКИ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗУБНОГО РЯДА

РАЗРАБОТКОЙ ШЕЛКИ ЗАНИМАЕТСЯ ЧЕЛОВЕК С ЗУБНОЙ ЩЕТКОЙ С ДРУЖЕЛИСКИМИ ЧЕТИМИ. ХОРОШО ПОНЯВШИ СЕБЯ ПРИ ОЧИЩЕНИИ МЕСТ СОПРЯЖЕНИЯ ЗУБОВ В ЭТОМ РАДУ ПЛОСКИЕ ПРИКОТОННЫЕ ШЕТИКИ БОЛЕЕ ЭФФЕКТИВНЫ ВО ВРЕДЯ СЕРВИЯ ПАЛЕТКА С ВЕСТИВЛЯРИС И ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ ЗУБА

РУКОЯТКА ПРЕДСТАВЛЯЕТ ИЗ СЕБЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ФОРМУ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ РЕЛЬЕФОМ, КОТОРЫЙ ПРЕДУСМОТРЕН ДЛЯ ЛУЧШЕГО СЦЕПЛЕНИЯ И ТАКТИВНОСТИ ПРИ БОЛЕЕ ТОНЧОМ ПРОВОРОТЕ РУКОЯТКИ В РУКЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

ВОСТОЧНОЕШЕТИЛЬНЫЕ СИМВОЛЫ ДЛЯ ПРАВИЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ БАТАРЕЕК

ЭКОЛОГИЧНОСТЬ
ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ БЕЗОПАСНЫЕ, НЕТОКСИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИСОЕДИНЕНИЯ ЛЕГКО РАБОТАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ

УПАКОВКА +
КОНТЕЙНЕР ДЛЯ НОШЕНИЯ С СОБОЙ, СТАКАН ДЛЯ ОПОСЛАЩИВАНИЯ

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН
ГОРСКИЙ КОМПАНИ

ДВУХВАЛКОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЗУБНАЯ ЩЕТКА

ЛЕОНТЬЕВА
АЛИНА
ЮРЬЕВНА

54 | 03 | 01 8ДВ1 НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: РИЗЕН Ю.С.