

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Прибор для омоложения лица с помощью ультразвука	
УДК 615.83	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Феофанова Ольга Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Болотина И.О.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Данков А. Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Гусельников М. Э.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Губарев Ф. А.	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования критериев заинтересованных сторон	ФГОС, и/или
Профессиональные компетенции			
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте биомедицинской и экологической техники	Требования ФГОС (ОПК1, ОПК2) ¹ , Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей	Требования ФГОС (ОПК3, ОК4, ОК5), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений	Требования ФГОС (ОПК7, ОПК9, ПК6). Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной биомедицинской и экологической техники с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Требования ФГОС (ОПК4, ОПК6, ПК7), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов	Требования ФГОС (ОПК5, ПК1, ПК2, ПК3). Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере биотехнических систем и технологий, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и	Требования ФГОС (ОПК8, ОПК10), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>	

¹ Указаны коды компетенций по ФГОС ВО (направление 12.03.04 – Биотехнические системы и технологии), утвержденному Приказом Министерства образования и науки РФ от 15.03.2015г.

	безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды	
Универсальные компетенции		
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК3, ОК4). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК5), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач	Требования ФГОС (ОК6), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК1, ОК2), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности	Требования ФГОС (ОК9,ПК8), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК7, ОК8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки - Биотехнические системы и технологии
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев
(Подпись) (Дата)

**ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Д21	Феофановой Ольге Михайловне

Тема работы:

Прибор для омоложения лица с помощью ультразвука
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	Ультразвуковой прибор для омоложения лица. Режим работы: импульсный и непрерывный Рабочий диапазон частот: от 27кГц до 1МГц Интенсивность излучения: от 0,1 до 1 Вт/см² Питание: от сети 220В 50Гц
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	• Обзор литературы; • Разработка структурной схемы; • Разработка принципиальной схемы; • Расчеты и аналитика; • Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; • Социальная ответственность; • Заключение.

--	--

Перечень графического материала

(с точным указанием обязательных чертежей)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент Данков Артем Георгиевич
Социальная ответственность	Доцент Гусельников Михаил Эдуардович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение

Обзор литературы

Разработка структурной схемы

Разработка принципиальной схемы

Расчеты и аналитика

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Социальная ответственность

Заключение

Введение

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	08.09.2015
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Болотина И.О.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Д21	Феофанова О.М.		

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: омоложение лица, ультрафонофорез, ультразвуковой микромассаж, ультразвуковой пилинг, ультразвуковые аппараты

Объектом исследования является ультразвуковой прибор для омоложения лица.

Цель работы: разработка метода и аппаратуры омоложения лица с помощью ультразвука.

В процессе исследования проводились обзор литературы по методам безоперационного омоложения лица. Так же был произведен обзор по методам и аппаратам ультразвукового омоложения лица. На основе обзора был проведен анализ и построение структурной схемы аппарата ультразвукового омоложения лица.

В результате исследования спроектирована принципиальная схема прибора и произведен расчет ее элементов.

Область применения: аппарат может применяться в косметологических клиниках и SPA-салонах.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	12
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Современные методы омоложения лица.....	13
1.2 Влияние ультразвука на организм человека	14
1.3 Противопоказания ультразвукового омоложения	17
1.4 . Аппараты ультразвукового омоложения лица	18
2.ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	22
2.1 Назначение аппарата	22
2.2 Технические характеристики прибора	23
2.3 Обоснование технических характеристик	23
2.4 Выбор и обоснование структурной схемы	26
2.5 Выбор принципиальной схемы	28
3. РАСЧЕТ И АНАЛИТИКА	30
3.1 Расчет мощности излучателя	30
3.2 Расчет усилителя мощности	30
4 . ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	37
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63
 ПРИЛОЖЕНИЕ А ФЮРА.ХХХХХХ.292 .Э1.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ Б ФЮРА.ХХХХХХ.292.ПЭ	66

ВВЕДЕНИЕ

Современный ритм жизни научил человека успевать все и сразу. Особенно это касается женщин, ведь помимо того что они тратят время и силы на семью, карьеру им еще хочется хорошо выглядеть. Но, как бы они не старались следить за собой, покупая дорогую косметику и тратя деньги на обновление гардероба, им не как не обмануть время, которое неумолимо берет свое. Старение вот главная проблема современных женщин. Наша кожа подвергается множествам факторов, которые негативно влияют на нее, таким как плохая экология, стрессы, переутомления. И когда наш самый большой орган подвергается возрастным изменениям, проблемы омоложения выходят на первый план. Ученые всего мира трудятся над изобретением формулы вечной молодости, но пока им этого не удалось. К счастью, в наше время существует множество методик омоложения, которые конечно не вернут вам молодость, но помогут скорректировать некоторые возрастные изменения. К таким методикам относятся лазерное омоложение лица, мезотерапия, омоложение кожи лица озоном, термаж, фотоомоложение, элос омоложение, ультразвуковое омоложение и многие другие. [2]

Целью данной работы является, разработка метода и аппаратуры омоложения лица с помощью ультразвука.

Основные задачи:

1. Изучение методов омоложения лица.
2. Разработка структурной и принципиальной схемы ультразвукового аппарата для омоложения лица.
3. Расчет элементов принципиальной схемы ультразвукового аппарата для омоложения лица.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современные методы омоложения лица.

Лазерное омоложение лица. Суть метода заключается в том, что лазер, проникая во внутренние слои кожи, разрушает старые слои клеток, значительно улучшая кровообращение и обмен веществ. Благодаря этому улучшается клеточный состав кожи, выравнивается цвет лица, кожа становится более упругой. К недостаткам данной процедуры можно отнести необходимость анестезии, который не каждый человек переносит без осложнений. [3]

Мезотерапия - этот метод, основывающийся на введение подкожных инъекций, которые способствуют омоложению лица. Особенно эффективен этот метод при корректировке контура лица, так как микроинъекции вводятся непосредственно в проблемную зону лица. Неоспоримым минусом данной процедуры, являются болевые ощущения, которые испытывает пациент.[4]

Термаж- эта процедура основана на радиочастотных излучениях. В результате их проникновения в глубокие слои кожи человека, увеличивается температура кожных тканей. Это приводит образованию новых коллагеновых волокон и обновлению эластина. Однако недостатком этой процедуры является высокая стоимость, сравнимая со стоимостью пластической операции. [5]

Фотоомоложение- в основу этого метода омоложения заложено применение интенсивных световых импульсов. Прибор, излучающий световые волны разной длины, оказывает воздействие на различные слои кожи. В зависимости от длины волны он может вызывать различные эффекты от удаления сосудистых проявлений и пигментных пятен до выработки коллагена. Поскольку данная процедура одна из самых щадящих ее минусом

является растянутый по времени курс, четыре-пять процедур с перерывами в один месяц. [4]

Все выше перечисленные процедуры имеют свои достоинства и недостатки, но как же все таки выбрать процедуру, которая будет наименее болезненной, относительно не дорогой и не затратит много времени. Как известно наименьшее негативное влияние на организм человека оказывают ультразвуковые волны. На основе ультразвукового излучения так же существует метод омоложения лица. Рассмотрим поподробнее влияние ультразвука на человека.

1.2 Влияние ультразвука на организм человека.

В тканях организма, как и в любой другой среде, будь она твердой, жидкой или газообразной могут возникнуть механические колебания. Колебания и волны с частотой свыше двадцати килогерц называются ультразвуковыми.

Ультразвук оказывает на организм достаточно сложное воздействие, которое можно разделить на три составляющие: механическую, тепловую и химическую.

Механодинамическое действие ультразвука.

Наибольшее значение в биологическом действии ультразвуковых колебаний имеет выраженное акустическое давление. С увеличением частоты колебаний и уменьшением длины волны, узлы давления будут располагаться на меньшем расстоянии, следовательно, механическое действие ультразвука будет выражено сильнее.

Даже при действии ультразвука невысокой интенсивности было выявлено прекращение амёбовидного движения лейкоцитов. При постепенном повышении интенсивности ультразвука скорость вращения гранул в клетке увеличивалась, некоторые из них оказывались за пределами клетки. Однако

такое движение гранул и отдельных клеток прекращались после окончания действия ультразвука, и вновь отмечалось при возобновлении.

Физико-химическое действие ультразвука.

Влияние ультразвуковых волн на молекулы среды вызывает нежелательное появление продуктов, потенциально опасных для «биологически ценных молекул». Возможно появление таких продуктов, как нуклеиновые кислоты, ферменты, гормоны и прочие.

Например непрерывный ультразвук малой интенсивностью 0.3–0.5 Вт/см² инициирует образование следов азотной кислоты в воде. При повышении интенсивности возникают малые количества азотной кислоты. Это может привести к воздействию азотной кислоты на генетический код клетки посредством ее реакций с основаниями нуклеиновых кислот.

Тепловое действие ультразвука

Очень важную роль в возникновении биологических эффектов при воздействии ультразвуковых колебаний играет температура, она образуется в результате поглощения исследуемыми объектами энергии ультразвука и превращение последней в тепло. Наиболее сильное местное нагревание возникает на границе раздела сред, отличающихся по плотности и скорости распространения ультразвуковых волн. [1]

Давно известно, что ультразвук, действуя на ткани, вызывает в них биологические изменения. Действие ультразвука на организм зависит от множества факторов, таких как, мощность ультразвуковых колебаний, их частоты, длительности действия, способа излучения ультразвуковой энергии (непрерывного, импульсного), чувствительности тканей, интенсивности кровоснабжения и состояния метаболизма в тканях. Распространение ультразвука в биологической среде происходит путем ее периодического сжатия и разряжения. При достаточно высокой интенсивности ультразвука

происходит разрыв жидкости с образованием полых пространств, это явление получило название кавитация, а образованные полые пространства кавитационные пузырьки. После того как в кавитационные пузырьки проникают растворенные в жидкости газы, они быстро «захлопываются», спадают под влиянием наступающего последующего сжатия, что сопровождается местным повышением температуры, развитием больших механических сил, достаточных для разрушения находящихся в жидкости биологических объектов. [6]

Большое значение, кроме интенсивности, имеет режим озвучивания, способ аппликации, количество и продолжительность процедур. А также нельзя не принять во внимание, что много зависит и от самого организма, многообразные проявления реактивности организма, наличие или отсутствие аллергических реакций, иммунологических нарушений, влияют биологические изменения.

Так же биологическое воздействие зависит от характера и степени контакта излучателя с кожей. Ведь от этого зависит возможность ультразвуковых колебаний воздействовать на ту или иную ткань. Самый тонкий слой воздуха может полностью отразить ультразвуковые волны. В следствии возникает необходимость освобождать облучаемый участок от волосяного покрова и следить за тем, чтобы контактная среда постоянно связывала излучающую поверхность ультразвукового преобразователя и кожу. У разных участков тела различная чувствительность кожи к ультразвуку. Например, самая чувствительная кожа у человека на лице, а кожа конечностей обладает наименьшей чувствительностью. [7]

Для более детального изучения эффекта ультразвукового омоложения следует выяснить, что такое старение с биологической точки зрения. Под влиянием естественного процесса гравитации происходит опущение тканей, причиной этому являются растяжение коллагеновых волокон и некоторое смещение мышечно-апоневротической системы. На лице мы можем это

увидеть в виде возникновения носогубных складок, птоза бровей и век, появления грыж в области века и двойного подбородка. Так же с течением времени происходит разрыв и повреждение соединительных эластичных волокон коллагена и эластина, проявляется на лице это в виде морщин. [8]

Как мы уже знаем, механические колебания ультразвуковых частот вызывают в тканях сложные физико-химические процессы. В результате сменяющих друг друга положительного и отрицательного давлений, ведущих к сжатию и растяжению тканей, происходит внутритканевое перемещение частиц, которое сопровождается трением и изменением их электрического состояния. В результате активирования биохимических процессов, в частности обмена веществ, по всей толще мягких тканей в области воздействия расширяются кровеносные сосуды, в них усиливается кровоток, возбуждаются нервные структуры, активируются репаративные процессы.

Направленная ультразвуковая волна точно воздействует на мышечно-апоневротическую систему, сжимает и сокращает коллагеновые волокна, а также активирует образование новых волокон эластина и запускает процесс неоколлагенеза.

Для усиления этих процессов одновременно с ультразвуковым воздействием на кожу наносятся косметические средства. Благодаря ультразвуку они могут проникать в более глубокие слои кожи. Эта процедура получила название фонофорез. Наносимые на поверхность кожи косметологические средства, такие как: гиалуроновая кислота, гели и ампульные растворы коллагена и эластина, витамины группы Е, способствуют усилению синтеза коллагена, стимулируют регенерации тканей и усиливают их метаболизм.

1.3 Противопоказания ультразвукового омоложения перечень противопоказаний:

- онкологические заболевания;
- наличие вживленных стимуляторов;

- острые воспалительные заболевания;
- беременность и период лактации;
- инфекционные воспаления на коже;
- герпес;
- гнойничковые воспаления на лице;
- повышенная температура; [9]

1.5 Аппараты ультразвукового омоложения лица

Изучив суть метода ультразвукового омоложения, стоит перейти непосредственно к аппаратам, с помощью которых осуществляется эта процедура. На современном рынке представлены самые различные ультразвуковые аппараты для лица, позволяющие осуществлять эффективный комплексный уход за ним на основе новейших технологий. Все аппараты можно разделить на две большие группы профессиональные и для домашнего пользования. Аппараты для домашнего пользования представляют собой маленький портативный прибор, работающий от батареек. Размеры примерно 80 х 50 х 23 миллиметров, а вес около 250грамм. Они находятся в свободном доступе многих интернет магазинов. Однако следует отметить, что в большинстве своем эти приборы малоэффективны, так как имеют маленькую мощность и небольшой функциональный диапазон. В основном эти приборы могут осуществлять только поверхностный пилинг лица, не воздействуя на глубокие слои кожи. К таким приборам можно отнести аппараты фирмы Gezatone, LW. Стоимость данных приборов варьируется от трех до пяти тысяч рублей.

Профессиональные же аппараты представляют собой уже более габаритный прибор, работающий от сети. Примерные размеры 300 х 300 х 80 миллиметров, весом около килограмма. Имеют одну или несколько насадок

для различных функций. Так же прибор может осуществлять работу в нескольких режимах, и на разных частотах. Цены таких приборов уже значительно выше от двадцати до ста тысяч рублей. Стоимость в основном зависит от количества функций, которые аппарат может выполнять. Многофункциональные профессиональные аппараты выпускаются фирмами Gezatone, Ulthera System, Doublo. Фирма Ulthera System производит оборудование, которое помимо основных функций омоложения лица, так же может осуществлять визуализацию глубоких слоев кожи.

Для сравнения приведем характеристики двух аппаратов одной фирмы Gezatone, но разных моделей, Bio sonic 3003-профессиональный прибор и HS3003D2-для домашнего пользования. Технические характеристики приборов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Название прибора	Назначение	Особенность и	Частота (кГц)	Источник питания	Интенсивность Вт/см ²	Цена (тыс.рубл и)
Bio sonic 3003 [10]	Глубокая чистка, лифтинг, массаж, восстановление	Профессиональный прибор, используется в салонах	25	от сети 220В 50Гц	1	33
HS3003D2 [11]	чистка и фонофорез	Применяется на дому	22	от встроенного аккумулятора	0.8	5

Внешний вид прибора HS3003D2 представлен на рисунке 1.

Рисунок 1- Внешний вид прибора GEZATONE HS3003D2.



Как видно из рисунка прибор представляет собой небольшое устройство с одной кнопкой включения и выключения прибора. Излучательная головка имеет вид лопатки (скрабера), что позволяет наиболее эффективно проводить процедуру пилинга лица. [11]

Внешний вид прибора GEZATONE Bio sonic 3003 представлен на рисунке 2.

Рисунок 2- Внешний вид прибора GEZATONE Bio sonic 3003



Прибор имеет 4 насадки покрытие сталь, обозначенные соответственно цифрами.

- 1- Большая круглая - для зоны декольте
- 2- Средняя круглая - для лица
- 3- Конусообразная - для зоны вокруг глаз, губ, носа
- 4- Скрабер-для пилинга. [10]

2.ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Назначение аппарата

Аппарат имеет три основных назначения, а именно пилинг, микромассаж и фонофорез.

Пилинг-это удаление ороговевших слоев кожи. На поверхности кожи есть много неровностей типа трещин. При заполнении их жидкостью в трещинах остается воздух. Кроме того, через поверхность жидкости за счет диффузии происходит растворение газов в ней, развивается кавитация. Наличие пузырьков приводит к тому, что жидкость становится сжимаемой. Последнее означает, что ее плотность зависит от давления. Таким образом, в результате взаимодействия клеток рогового слоя и микропузырьков последние схлопываются, поэтому в месте УЗ-воздействия создается избыточное давление, которое приводит к отшелушиванию ороговевших клеток.

Данная процедура длится 10-15 минут. Перед ее началом на кожу следует нанести тоник для ультразвукового пилинга, либо физраствор. [12]

При данной процедуре используется насадка скрабер.

Микромассаж- эта функция основывается на механодинамическом воздействии ультразвука на кожу человека. с акустическим давлением ультразвуковых волн. В следствии акустического давления ультразвуковых волн происходит чередования зон сжатия и разряжения в тканях на клеточном уровне возникает «микромассаж». Дополнительный импульсный режим работы создает микровибрацию, глубина и сила которой может быть различной.

Данная процедура длится 10 минут. Для ее проведения на кожу предварительно наноситься вазелин. [13]

При данной процедуре используется насадка средняя круглая диаметр 2 сантиметра и конусовидная для зон вокруг глаз, носа, рта.

Фонофорез введения лекарственных препаратов в кожный покров. Применение ультрафонофареза вызывает сложные химические реакции в тканях, усиливает метаболизм, синтез коллагена фибробластами. Усиление метаболизма тканей стимулирует синтез коллагена и регенерацию тканей. Деполимеризация гиалуроновой кислоты влечет за собой уменьшение отеков. Повышается проницаемость клеточных мембран, активизируются внутриклеточные процессы – синтез белка, ферментов, АТФ. Образующиеся под действием ультразвуковых колебаний, коллагеновые и эластиновые волокна обладают повышенной, в 2 и более раз, эластичностью и прочностью по сравнению с незвученной тканью.

Длительность процедуры в среднем 7-10 мин. Рекомендованные косметологические средства:

- гиалуроновая кислота;
- препараты, содержащие экстракт плаценты;
- пчелиное маточное молочко;
- гели и ампульные растворы коллагена, эластина; [14]

При данной процедуре так же используется насадка средняя круглая и конусовидная для зон вокруг глаз, носа, рта.

2.2 Технические характеристики прибора

Технические характеристики проектируемого ультразвукового прибора для омоложения лица, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Функции	Частота	Интенсивность	Режим	мощность	Система электропитания:
ультразвуковой фонофорез, микромассаж	1МГц	От 0,1 до 1,0 Вт/ см ²	Импульсный, Непрерывный	800Вт	220 В 50 Гц
ультразвуковой пилинг лица	27кГц	0,8 Вт/см ²	Непрерывный		

2.3 Обоснование технических характеристик

Режимы работы

Косметологический аппарат имеет два режима работы:

- непрерывный
- импульсный.

Непрерывный режим воздействия для проведения процедуры при нормальном, сухом и жирном типе кожи.

Импульсный режим воздействия подходит для чувствительной кожи лица, склонной к аллергическим реакциям, раздражению, покраснению, с признаками купероза , поскольку в данном режиме снижен тепловой эффект.

Импульсные режимы используют для достижения нетепловых эффектов. Общее время импульса 20 мс. Длительность импульсов 2,4 и 10мс, частота повторений 50Гц.

Если величина импульса 10 мс. (2010), режим слабее непрерывного в 2 раза.

Если величина импульса 4 мс, (204), режим слабее непрерывного в 5 раз.

Если величина импульса 2 мс. (202), режим слабее непрерывного в 10 раз.

[15] Интенсивность

Распространение ультразвука происходит путем периодического сжатия и разрежения среды. Если интенсивность волн достаточно велика (3-4 Вт/см²), то в местах разрежения происходит разрыв жидкости с образованием полых

пространств – кавитационных пузырьков, в которые немедленно проникают растворенные в жидкости газы. Эти пузырьки быстро «захлопываются», спадают под влиянием наступающего последующего сжатия, что сопровождается местным повышением температуры, развитием больших механических сил, достаточных для разрушения находящихся в жидкости биологических объектов. Этот эффект используется для липосакции, в нашем же случае нет необходимости в разрушении тканей, следовательно мы ограничимся интенсивностью до 3Вт/см²

При выборе интенсивности следует учитывать что, применяемую в физиотерапевтической и косметологической практике интенсивность ультразвуковых колебаний условно подразделяют на:

- малую (0,05-0,4 Вт/см²)
- среднюю (0,5-0,8 Вт/см²)
- высокую (0,9-1,2 Вт/см²) [16]

Малая интенсивность оказывает стимулирующее действие, средняя-корректирующее действие, а большая- рассасывающее действие.

Частота колебаний

Глубина проникновения ультразвуковых волн определяется в первую очередь его частотой - чем выше частота, тем лучше он поглощается тканями, следовательно, на меньшую глубину проникает:

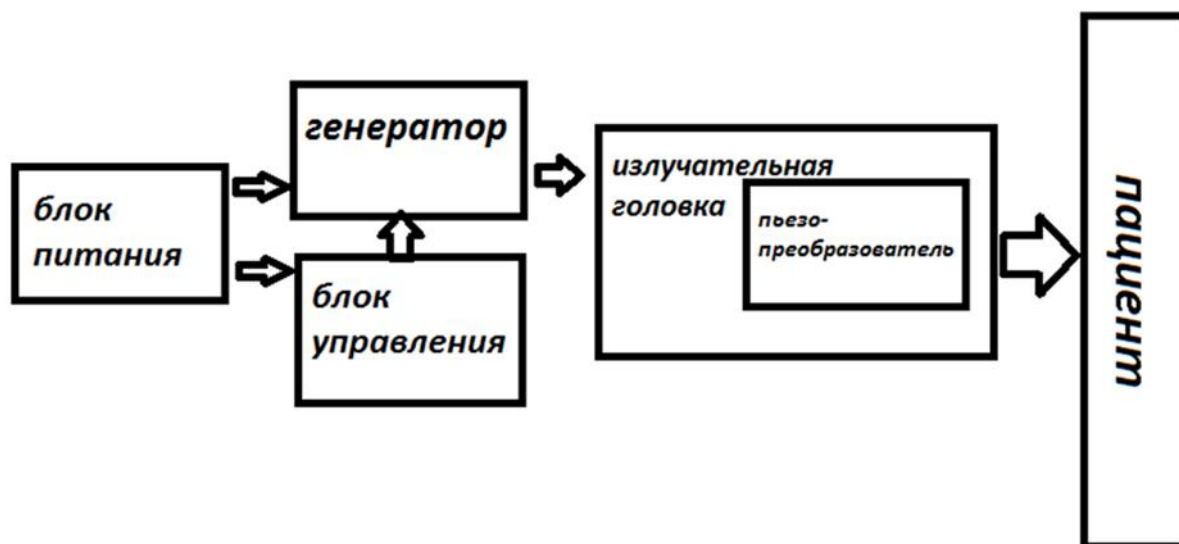
- Высокочастотный ультразвук – около 3000 КГц - проникает на глубину 1-2 см.
- Среднечастотный ультразвук - около 800 КГц - проникает на глубину 4-6 см
- Низкочастотный ультразвук - около 22 КГц – проникает на глубину 8-10 см.

В то же время, глубина проникновения ультразвука сквозь кожу в ткани организма зависит и от других его параметров, например - от формы волны. Так, для ультразвуковой чистки лица применяются частоты 22-44 кГц, но с поперечной формой звуковой волны, проникают они на глубину не более 0,2 мм. Исходя из этого мы выберем частоту для пилинга 27кГц а для микромассажа и фонофореза 1 МГц.

2.4 Выбор и обоснование структурной схемы прибора.

Структурная схема проектируемого ультразвукового прибора для омоложения лица изображена на рисунке 3. Она состоит из генератора электрических колебаний с блоком управления, излучательной головки с пьезопреобразователем и источника питания.

Рисунок 3- Структурная схема прибора.



Генератор электрических колебаний представляет собой функциональный генератор, на выходе которого мы имеем два сигнала: синусоидальный и импульсный. Синусоидальный сигнал обеспечивает непрерывный режим работы ультразвукового аппарата, а импульсный сигнал соответственно

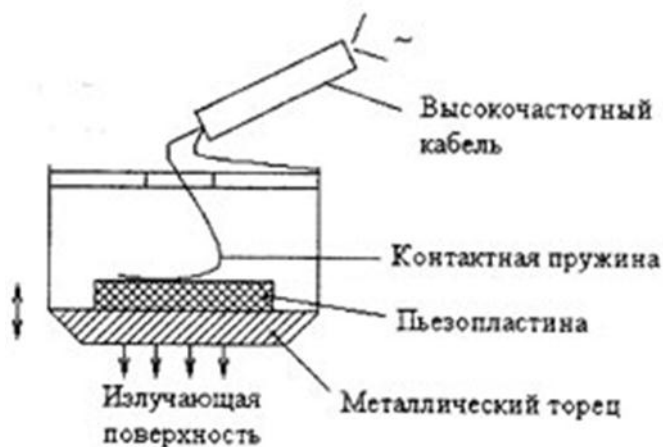
импульсный режим. Так же генератор работает в широком диапазоне частот от 26 кГц до 1 МГц.

Блок управления предназначен для регулировки работы генератора. С его помощью осуществляется переключение режимов, настройка частоты и амплитуды выходного сигнала генератора.

Блок питания обеспечивает работу блоку управления и генератору.

Основной частью излучательной головки является пьезоизлучатель. Основу его составляет пластина из пьезоэлектрического материала. Пластины совершают продольные колебания, при которых под влиянием приложенного напряжения меняется ее толщина. Колебания происходят в плоскости совпадающей с вектором электрического поля. Пластина пьезоэлемента размещена на массивном металлическом торце головки излучателя. Корпус, вместе с металлическим торцем являются одним проводом токоподвода. К металлическому покрытию или пластине на другой стороне напряжение подводится с помощью контактной пружины. Концы высокочастотного кабеля подключены к ней и к корпусу. Структурная схема излучающей головки изображена на рисунке 4.

Рисунок 4- Структурная схема излучательной головки.



2.5 Выбор принципиальной схемы.

Генератор электрических колебаний

В последние 10-15 лет широкое распространение получили функциональные генераторы на больших интегральных микросхемах. Их применение не только удешевляет приборы, но и позволяет достигнуть при их построении высоких технических характеристик. В частности благодаря хорошим согласованным свойствам входящих в их состав полупроводниковых приборов и операционных усилителей.

К таким микросхемам относится монолитная интегральная микросхема функционального генератора XR-2206.

На рисунке 5 представлены номера выводов микросхемы, их обозначение и назначение каждого вывода. [17]

Рисунок 5 – Выводы микросхемы XR 2206

<i>№ вывода</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Назначение</i>
1	AMSI	Вход сигнала амплитудной модуляции
2	STO	Выход синусоид. или треугольного сигнала
3	MO	Выход умножителя (Multiplier)
4	Vcc	Плюс напряжения питания
5	TC1	Подключение хранирующего конденсатора
6	TC2	Подключение хранирующего конденсатора
7	TR1	Подключение хранирующего резистора
8	TR2	Подключение хранирующего резистора
9	FSKI	Вход сдвига частоты
10	BIAS	Контроль внутреннего напряжения
11	SYNCO	Выход синхронизации (с открытым коллектором)
12	GND	Земля
13	WAVEA1	Вход регулировки формы сигнала 1
14	WAVEA2	Вход регулировки формы сигнала 2
15	SYMA1	Вход регулировки симметрии сигнала 1
16	SYMA2	Вход регулировки симметрии сигнала 2

С помощью потенциометра Р3 подключенного к выводу 3 микросхемы, можно осуществлять плавную регулировку амплитуды сигнала.

Диапазон частот генератора от 20кГц до 1МГц, регулировка осуществляется с помощью потенциометров Р5 и Р6.

Р5- грубая регулировка

Р6-плавная регулировка

Ключ SA2 служит для переключения режимов генератора.

Для обеспечения требуемой мощности нагрузки перед излучателем необходимо поставить усилитель мощности, в нашем случае мы используем трансформаторный усилитель мощности. Он состоит из трансформатора TV1 и транзистора VT1.

Принципиальная схема прибора представлена в Приложение №1

3. РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

3.1 Расчет мощности излучателя

$P_{из} = I \cdot S_{из}$ - Мощность излучателя

$S_{из} = \pi r^2 = 0,7 \text{ см}^2$ -Площадь излучателя , где r -радиус излучателя;

$P_{из}=0,7 \text{ Вт}$

$U=50 \text{ В}$, $I=14 \text{ мА}$

3.2 Расчет усилителя мощности

Исходные данные

$U=3 \text{ В}$ –выходное напряжение генератора

$I=6 \text{ мА}$ –выходной ток генератора [18]

$P=0.7 \text{ Вт}$ - мощность на вторичной обмотке трансформатора

$U_2=50 \text{ В}$ - напряжение на вторичной обмотке трансформатора

$I_2=14 \text{ мА}$ -ток на вторичной обмотке трансформатора

Предварительные расчеты

Исходя из требований тока и напряжения на вторичной обмотке трансформатора, вычислим напряжение и ток на первичной обмотке U_1 .

$$U_1 = E_{пит} - U_k = 12 \text{ В} - 3 \text{ В} = 9 \text{ В} \quad (1)$$

где, $E_{пит}$ - напряжение питания трансформатора,

U_k – напряжение на коллекторе транзистора VT1

Коэффициент трансформации n равен

$$n = \frac{U_2}{U_1} = 6 \quad (2)$$

Следовательно, ток на первичной обмотке I_1 равен

$$I_1 = I_2 \times n = 84 \text{ мА} \quad (3)$$

Требуемый коэффициент усиления по току

$$K_I = \frac{I_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВХ}}} = \frac{84}{6} = 14 \quad (4)$$

Требуемый коэффициент усиления по напряжению

$$K_u = \frac{U_{\text{ВЫХ}}}{U_{\text{ВХ}}} = 1 \quad (5)$$

Исходя из этого, используем усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме общий коллектор, так как схема с общим коллектором не дает усиления по напряжению, и дает усиление по току.

Предельные параметры

$$P = 0.7 \text{ Вт}$$

$$U_{\text{кэ max}} = 12 \text{ В}$$

Из справочника [14] выбираем транзистор КТ602 А.

Максимально допустимые параметры:

Максимальный обратный ток коллектора $I_{\text{кб0}}$	70 мкА
Статический коэффициент передачи тока в схеме с ОЭ	5 min – 80 max
Емкость коллекторного перехода $C_{\text{к(э)}}$	4 пФ
Постоянный ток коллектора	75 мА
Постоянное напряжение коллектор-эмиттер	100 В
Постоянная рассеиваемая мощность	0.85 Вт
Температура окружающей среды	–40 ... +85 °С [19]

Выбор рабочей точки транзистора

Выбор $I_{\text{ок}}$, $U_{\text{окэ}}$

Найдем ток в коллекторной цепи и падение напряжения коллектор-эмиттера, при которых транзистор не переходит в режимы насыщения и отсечки.

$$I_{oK} > I_{Km} + I_{Kmin}$$

(6)

$$\text{Где } I_{Kmin} \approx I_{K0} * (\beta + 10), \beta = 20 \quad (7)$$

$I_{Kmin} = 0.0002 \text{ А}$, теперь можно найти I_{oK} :

$$I_{oK} > I_{Kmax} + I_{Kmin} \approx 84,2 \text{ mA.} \quad (8)$$

$$U_{oK} > U_{ВЫХ_{max}} + U_{Kmin}$$

(9)

$$U_{Kmin} = 3 \text{ В}$$

$$U_{oK} > 6 \text{ В}$$

По выходным характеристикам и проведенной на них нагрузочной прямой по постоянному току определим координаты рабочей точки:

$$I_{oK} = 90 \text{ mA}; U_{oK} = 7 \text{ В}$$

Найдем ток покоя базы :

$$I_{oB} = \frac{I_{oK}}{\beta} = 4.5 \text{ мА} \quad (10)$$

По входной ВАХ найдем $U_{oB} = 0.9 \text{ В}$

Ток делителя будет равен: $I_D = (2 \dots 10) I_{oB}$. При большом множителе достигается высокая стабильность положения рабочей точки, но при этом на базовых резисторах выделяется большая мощность, что приводит к увеличению массы и габаритов элементов, а, следовательно, к уменьшению КПД. Также при увеличении тока делителя уменьшается сопротивление базовых резисторов и, следовательно, уменьшается входное сопротивление каскада. Исходя из вышесказанного, примем $I_D = 3 * I_{oB} = 13.5 \text{ mA}$ [20]

Расчет резистивного делителя

$$R_{B1} = \frac{U_{oB}}{I_D} = 66.6 \text{ Ом}, \quad (11)$$

выберем R_{B1} из ряда E24 выбираем $R_{B1} = 68 \text{ Ом}$

$$R_{B2} = \frac{E_K - U_{oB}}{I_D + I_{oB}} = 616.6 \text{ Ом}, \quad (12)$$

выберем R_{B2} из ряда E24 выбираем $R_{B2} = 620 \text{ Ом}$

Рассчитаем мощность, выделяющуюся на сопротивлениях R_{B1}, R_{B2} :

$$P_{R_{B1}} = (I_D + I_{oB})^2 * R_{B1} = 0.02 \text{ Вт}; \quad (13)$$

$$P_{R_{B2}} = I_D^2 * R_{B2} = 0.1 \text{ Вт}; \quad (14)$$

Из справочника [21] выбрали резисторы:

РБ1: C2-33-2 -58 Ом $\pm$ 5%

РБ2: C2-33-2- 620 Ом $\pm$ 5%

Расчет трансформатора

- 1) Напряжение на первичной обмотке трансформатора:

$$U_{1m} = U_{nom} - U_k = 12B - 3B = 9B \quad (15)$$

- 2) Напряжение на вторичной обмотке трансформатора: $U_{2m} = 50B$;

- 3) Ток на вторичной обмотке трансформатора $I_2 = 14mA$;

- 4) Частота: $f = 1MHz$

Необходимо в качестве материала для сердечника выбрать феррит. Из справочника [22] выбираем феррит 2000НМ1 со следующими параметрами:

$\Delta B = 0,2Tл$ – магнитная индукция;

$\mu = 2000$ – магнитная проницаемость феррита;

$j = 4A / мм^2$ – плотность тока в обмотках;

$K_{ст} = 1$ – коэффициент заполнения стали;

$K_{ок} = 0,3$ – коэффициент заполнения окна медью;

$\eta = 0,9$ – коэффициент полезного действия;

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Гн / м$ – магнитная проницаемость вакуума.

1. Коэффициент трансформации:

$$n = \frac{U_{2m}}{U_{1m}} = \frac{50B}{9B} = 5,5 \approx 6 \quad (16)$$

2. Амплитуда тока, протекающего во вторичной обмотке:

$$I_{2m} = 10mA \cdot \sqrt{2} = 14mA \quad (17)$$

3. Амплитуда тока первичной обмотки:

$$I_{1m} = I_{2m} \cdot n = 14 \cdot 6A = 84A \quad (18)$$

4. Определяем мощность:

$$P_n = P_2 = U_2 \cdot I_2 = 50 \text{ В} \cdot 14 \text{ мА} = 0.7 \text{ Вт}$$

(19)

$$5. S_o \cdot S_{cm} = \frac{2 \cdot P_n \cdot \sqrt{\gamma}}{\Delta B \cdot j \cdot f \cdot K_{ок} \cdot K_{cm} \cdot \eta} \quad (20)$$

$$S_o \cdot S_{cm} = \frac{2 \cdot 0.7 \text{ Вт} \cdot \sqrt{0.5}}{0.2 \text{ Тл} \cdot 4 \times 10^6 \frac{\text{А}}{\text{м}^2} \cdot 10^6 \text{ Гц} \cdot 0.3 \cdot 1 \cdot 0.9} = 4.1666 \text{ м}^4 = 41666 \text{ мм}^4$$

6. Выбор сердечника.

Из справочника [22] выбираем сердечник: К45×28×8. Выбранный сердечник является кольцевым с прямоугольным поперечным сечением.

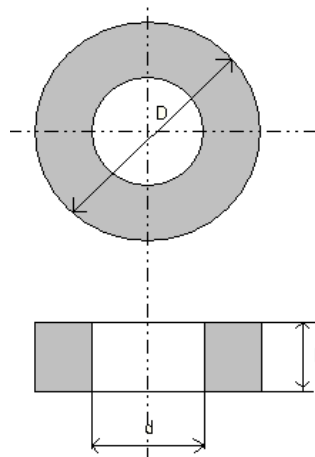


Рисунок 12 – Кольцевой сердечник

Данный сердечник имеет следующие параметры[22]:

$$S_o = 6.158 \times 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$S_{cm} = 6.8 \times 10^{-5} \text{ м}^2$$

$$D = 45 \text{ мм}$$

$$d = 28 \text{ мм}$$

$$h = 8 \text{ мм}$$

$$l_{срн} = 114.61 \text{ мм} = 114.61 \times 10^{-3} \text{ м}$$

7. Рассчитываем количество витков первичной и вторичной обмоток:

$$W_1 = \frac{U_{1m} \cdot t_u}{\Delta B \cdot S_{cm} \cdot K_{cm}} = \frac{9 \text{ В} \cdot 2,083 \times 10^{-5} \text{ с}}{0,2 \text{ Тл} \cdot 204 \times 10^{-6} \text{ м}^2} \cong 5 \text{ витков}$$

(21)

$$W_2 = W_1 \cdot n = 30 \text{ витков} . \quad (22)$$

Для уменьшения количества витков используем три сердечника типа 2000НМ1, $K 45 \times 28 \times 8$.

8. Произведём расчёт и выбор проводов первичной и вторичной обмоток:

$$S_1 = \frac{I_1}{j} = 1,61 \text{ мм}^2 \quad (22) \quad D_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_1} = 1,4 \text{ мм} \quad (23)$$

$$S_2 = \frac{I_2}{j} = 0,107 \text{ мм}^2 \quad (24) \quad D_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S_2} = 0,369 \text{ мм} \quad (25)$$

Из справочника [23] выбираем провода ПЭВ-2:

$$\begin{array}{ll} S_1 = 2,269 \text{ мм}^2 & D_1 = 1,7 \text{ мм} \\ S_2 = 0,385 \text{ мм}^2 & D_2 = 0,7 \text{ мм} \end{array}$$

9. Проверка $K_{ок}$:

$$K_{ок} = \frac{W_1 \cdot S_1 + W_2 \cdot S_2}{S_{ок}} = \frac{(5 \cdot 2,269 \text{ мм}^2 + 30 \cdot 0,385 \text{ мм}^2) \times 10^{-6}}{6,158 \times 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,065 < 0,3$$

(26)

Видно, что полученный коэффициент заполнения меньше 0.3, что говорит о правильности расчёта и выбора материалов.

10. Расчет индуктивности намагничивания:

$$L_{\mu} = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot S_{cm} \cdot W_1^2}{l_{срн}} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \cdot 2000 \cdot 204 \times 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot 5^2}{114,61 \times 10^{-3} \text{ м}} = 1,18 \text{ мГн} \quad (27)$$

11. Расчет индуктивности рассеивания:

$$L_s = \frac{\mu_0 \cdot l_{\text{срн}} \cdot W_1^2}{l_{\text{срн}}} \left(\Delta_{из} + \frac{D_1 + D_2}{3} \right) = 1,27 \text{ мкГн} \quad (28)$$

$$l_B = \left(\frac{D}{2} + h \right) + \left(\frac{D-d}{2} + h \right) = 38,5 + 24,5 = 63 \text{ мм} \quad (29)$$

12. Расчет паразитной емкости:

$$C_{12} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot l_{cpu} \cdot l_\epsilon}{\Delta_{u3}} = \frac{8,85 \times 10^{-12} \cdot 4 \cdot 114,61 \times 10^{-3} \cdot 40 \times 10^{-3}}{0,08 \times 10^{-3}} = 1,335 \times 10^{-9} \Phi \quad (30)$$

$$C_n = \frac{C_{12}}{3} (n-1)^2 = 4,953 \times 10^{-8} \Phi \quad (31)$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в данной выпускной квалификационной работе был произведен поиск, анализ и обработка информации по методам безоперационного омоложения лица. Метод омоложения лица с помощью ультразвука, наиболее эффективен и не наносит вреда здоровью, поскольку ультразвуковые волны оказывают наименьшее негативное влияние на организм человека, в силу своей природы.

Так же в работе были произведен обзор аппаратов для ультразвукового омоложения лица. На его основе были выявлены наиболее оптимальные технические характеристики прибора. Основываясь на них, была спроектирована структурная и принципиальная схема прибора.

Спроектированный нами прибор может быть использован только в косметологических клиниках, и использоваться только профессиональными медицинскими работниками. Поскольку питание идет от сети при неправильном использовании или неисправности оборудования прибор может нанести серьезные вред здоровью человека. В будущем возможно усовершенствование прибора для домашнего использования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Болотина И.О. Ультразвук лекции.
2. Омоложение лица без операции — красота современной женщины [Электронный ресурс] / Центр молодости URL: <http://centr-molodosti.ru/omolozhenie-lica-bez-operacii.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
3. Фракционное лазерное омоложение [Электронный ресурс] /Центр эстетической и лазерной медицины URL: <http://perfettocorpo.ru/procedury-i-uslugi/lazernaya-kosmetologiya/frakcionnoe-lazernoe-omolozhenie> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
4. Омоложение лица без операции [Электронный ресурс] / Центр молодости URL: <http://centr-molodosti.ru/omolozhenie-lica-bez-operacii.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
5. Безоперационная подтяжка кожи. Термаж. [Электронный ресурс] / Хирургия лица URL: <http://www.facesurgery.ru/thermage/> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
6. Физические основы использования ультразвука в медицине / Резников И.И., Федорова В.Н., Зубарев А.Р., Демидова А.К. –Москва, 2015. 97с.
7. Терапевтическое применение ультразвука [Электронный ресурс]/ Физиологические основы ультразвуковой терапии URL: <http://medznate.ru/docs/index-11607.html?page=2> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
8. Возрастные аспекты строения кожи лица человека / Шепитько В. И., Ерошенко Г. А., Лисаченко О. Д. // Мир медицины и биологии.-2013.-№3-2.-с.40.
9. Новейшая методика безоперационного ультразвукового SMAS лифтинга [Электронный ресурс] /Противопоказания к ультразвуковой подтяжке URL: <http://bellaestetica.ru/omolozhenie/lifting/ultrazvukovoj-smas-lifting.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.
10. Созвездие красоты [Электронный ресурс]/ Аппарат для ультразвуковой чистки кожи лица и тела в домашних условиях Gezatone Bio Sonic 3003 URL:

<http://www.beauty-shop.ru/catalog/apparat-dlya-ultrazvukovoy-chistki-kozhi-litsa-i-tela-v-domashnikh-usloviyakh-gezatone-quicksonic-13.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

11. oKosmetologii.ru [Электронный ресурс]/ Ультразвуковая чистка лица в домашних условиях аппаратами Gesatone URL: <http://okosmetologii.ru/lico/chistka/apparaty-dlya-ultrazvukovoy-chistki-lica-gesatone.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

12. Современная косметология и SPA-процедуры [Электронный ресурс]/ Ультразвуковая чистка лица URL: <http://kossipa.ru/metod/chistka/ultrazvukovaya-chistka-litsa.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

13. Уход за лицом и телом [Электронный ресурс]/ Применение ультразвукового массажа для улучшения состояния кожи лица URL: <http://fitladies.ru/krasota/body/primenenie-ultrazvukovogo-massazha.html> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

14. Ультразвук [Электронный ресурс]/ Ультразвуковые эффекты в биологических тканях. Ультрафонофорез URL: <http://estetik.ru/story/ultrazvuk/> свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

15. Мир знаний [Электронный ресурс]/ Физиотерапия. Методика и техника ультразвуковой терапии URL: http://mirznanii.com/info/fizioterapiya_155500 свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

16. Клячкин Л.М. Виноградова М.Н. Физиотерапия. – М.: Медицина 1998, 214 с.

17. Дьяконов В.П. Генерация и генераторы сигналов ДМК.-М., 2009, 380 с.

18. XR2206 Datasheet [Электронный ресурс]/ Микросхемы URL: <http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Xr2206> свободный. – Яз. анг. Дата обращения: 07.06.2016 г.

19. Горюнова Н.Н. Полупроводниковые приборы: Транзисторы справочник. – М.: Энергоиздат 1985, 906 с.

20. Забродин Ю.С. Промышленная электроника.-М.: Высшая школа 1982, 500с

21. И. И. Четвертков «Резисторы. Справочник», 1991г.

22. Ферритовые кольцевые сердечники [Электронный ресурс] / Завод «Магнетон». URL: <http://www.magneton.ru/cat.php?id=134>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 02.12.2014 г.
23. Расчет электромагнитных элементов источников вторичного электропитания/ А. Н. Горский, Ю. С. Русин, Н. Р. Иванов, Л. А. Сергеева. — Москва: Радио и связь, 1988. — 174 с.
24. Профессиональные заболевания медицинских работников [Электронный ресурс] / MedLinks. URL: <http://www.medlinks.ru/sections.php?op=viewarticle&artid=3182>, свободный. – Яз. рус. Дата обращения: 07.06.2016 г.

Приложение №1

