

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
Балашовский институт (филиал)

Кафедра физики и информационных технологий

**ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА
В БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДАХ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 143 группы
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», профиля
«Биомедицинская инженерия»,
факультета математики, экономики и информатики
Бугрова Дениса Владимировича

Научный руководитель
доцент кафедры ФиИТ _____ А.С. Первушов
(подпись, дата)

Зав. кафедрой ФиИТ
кандидат педагогических наук,
доцент _____ Е.В. Сухорукова
(подпись, дата)

Балашов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Одна из причин широкого распространения ультразвуковых методов исследования заключается в том, что свойства распространения ультразвуковых волн в биологических средах могут варьироваться в зависимости от различных характеристик этих сред.

Ультразвук представляет собой волнообразно распространяющееся колебательное движение частиц среды. Ультразвук имеет некоторые особенности по сравнению со звуками слышимого диапазона. В ультразвуковом диапазоне сравнительно легко получить направленное излучение, он хорошо поддается фокусировке, в результате чего повышается интенсивность ультразвуковых колебаний. При распространении в газах, жидкостях и твердых телах ультразвук порождает интересные явления, которые нашли практическое применение в различных областях науки и техники.

Современные ультразвуковые методы исследования биологических сред предполагают использование различного рода датчиков, которые предназначены для преобразования аналогового сигнала измеряемой информации в электрический сигнал, который можно анализировать и подвергать необходимой оптимизации.

Этим обосновывается **актуальность** выбранной темы выпускной квалификационной работы «Особенности изучения распространения ультразвука в биологических средах».

Объектом исследований являются акустические явления, а **предметом** – особенности распространения ультразвука в биологических средах.

Цель работы: изучение особенностей распространения ультразвука в биологических средах.

Задачи исследования:

1. Изучить основные положения акустических явлений.

2. Рассмотреть основные типы ультразвуковых приборов, изучить особенности ультразвуковых преобразователей и датчиков.
3. Изучить особенности распространения ультразвука в биологических средах.

При работе над ВКР использовались следующие методы исследования: теоретический (сравнительный анализ), моделирование и эмпирический (эксперимент).

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованных источников и приложения

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены ультразвуковые волны. Акустический сигнал и его спектр.

Ультразвуковая диагностика является визуальной методикой, которая использует звуковые волны высокой частоты, колеблющиеся в пределах от 2 до 10 МГц. Наивысшая частота, воспринимаемая человеком, считается 20 кГц.

Электромагнитные волны могут характеризоваться рядом физических параметров, изменяющиеся по времени и пространству.

Продольные акустические волны используют непосредственно во время ультразвуковой (УЗ) диагностики, направление которых образует смещение отдельных частиц среды параллельно направлению распространения волн.

В (УЗ) диагностике применяются продольные ультразвуковые волны, т. е. упругие колебания, направление распространения которых совпадает непосредственно с направлением смещения частиц среды распространения.

Для получения информации об органах и структурах в ультразвуковых исследовательских системах используется принцип эхолокации, основанная на излучении звуковых сигналов и их отражении от неоднородностей в

биологической среде. Таким образом, формируется акустическое изображение, а принимаемые датчиком отраженные сигналы называются эхо-сигналами.

Отражение - это физическое явление, с помощью которого возможно получить информацию о тканях. В данном случае используются отраженные волны, полученные датчиком.

Именно разница в скорости звука и плотности различных типов биологических сред объясняет акустическую гетерогенность биологических тканей, воздействующие на формирование акустического изображения.

Для всех типов биологических тканей скорость звука (ультразвук) не находится в зависимости от частоты (или длины волны).

Распространение значений скорости звука в тканях одного и того же вида объясняется многими причинами, такими как: состояние больного, возраст, личные особенности организма, температурные различия при измерениях и т.д.

Важной характеристикой биологической среды является акустическое сопротивление γ , которое определяется как произведение плотности среды ρ и скорости звука C в ней:

$$\gamma = \rho c \quad (1)$$

Коэффициент отражения в амплитуде $K_{\text{отра}}$, определяется следующим соотношением:

$$K_{\text{отр}} = P_{\text{отр}} / P_{\text{пад}} \quad (2)$$

где P и P - уровни давления отраженной и падающей ультразвуковых волн.

Коэффициент отражения находится в зависимости только от разности акустических сопротивлений среды и не находится в зависимости от акустического сопротивления.

Затухание УЗ волн в процессе их распространения во внутренних

тканях существенно влияет на акустическое изображение. Прежде всего на максимальную глубину и на качество изображения.

Основными причинами затухания ультразвуковых волн являются: отражение и рассеяние ультразвуковых волн на неоднородностях.

Затухание вследствие рассеяния и отражения определяется геометрическими размерами, свойствами и пространственным распределением акустических неоднородностей.

Теплопроводностью биологических тканей, вязкостью, а также другими сложными процессами обуславливается поглощение.

Вторая глава посвящена изучению типов режима отображения, ультразвуковых датчиков, а также их характеристик. Рассмотрена биологическая безопасность ультразвуковой диагностики.

А-режим изображения (по амплитуде) - самая простая разновидность изображения. Используется единственный луч ультразвука, а отраженные волны выглядят как пики на горизонтальной линии.

В-режим изображения (по насыщенности цвета) - используются множественные ультразвуковые лучи ультразвука, причем анализируется эхо от каждого луча.

М-режим изображения (движущийся тип) используется единственный ультразвуковой луч, а возвратные сигналы представлены серией точек вдоль вертикальной линии.

Одним из основных узлов ультразвукового (УЗ) диагностического устройства считается ультразвуковой преобразователь, который входит в состав датчика, а также от него зависит качество получаемой информации.

Кристалл. Толщина кристалла определяет частоту генерируемого звука. Диаметр кристалла варьируется в зависимости от цели, для которой предназначен датчик. Чем больше диаметр кристалла для данной частоты, тем более он может быть сфокусирован. Это позволяет достичь более четкой разрешающей способности, однако при этом датчик становится более громоздким.

Звуковой луч. Кристалл датчика производит звук определенной частоты. Чем выше частота звука, тем выше разрешающая способность, однако тем больше и ослабление сигнала в тканях. Поэтому в случае крайней необходимости для усиления разрешающей способности в ущерб глубокому проникновению в ткани нужно выбирать высокочастотный датчик (например, 7,5-10 МГц для ультразвуковой диагностики глаза).

В настоящее время существует два основных типа ультразвуковых датчиков.

Линейные датчики. Эти датчики обычно имеют от 60 до 256 кристаллов, соединенных в линейном порядке.

Конвексные датчики. Эти датчики дают веерное поле обзора. Тупоугольное поле обзора позволяет увидеть большее число структур, однако имеет меньшую разрешающую способность, чем «веер» с малыми углами.

Влияние ультразвуковой диагностики на живые ткани широко исследовано. Ультразвуком давно пользуются в человеческой медицине, в частности, более 10 лет - в акушерстве; обоснованных данных по неблагоприятным медицинским последствиям не публиковались. Давние данные о повреждениях хромосом человеческих лейкоцитов после ультразвукового обследования не подтвердились. Известно, что ультразвук высокой интенсивности может повредить ДНК «in vitro» и нарушить рост клетки. Однако в ультрасонографии пользуются пульсирующей волной, так что общее время экспозиций тела и его тканей невелико. В настоящее время считается, что диагностический ультразвук биологически безопасен и не несет неблагоприятных клинических эффектов.

Для определения особенностей изучения распространения ультразвука в биологических средах был проведен ряд экспериментов. В экспериментах были использованы приборы: осциллограф UNI-T UTD2000, генератор UNI-T UTG9002C и два высокочастотных динамика. В качестве изучаемых

звукпроводящих сред были использованы: дистиллированная вода, 100% солевой раствор и подсолнечное масло «Золотая Семечка».

Далее приведены результаты экспериментов. Они представлены в виде графиков зависимости амплитуды от частоты для дистиллированной воды, 100% солевого раствора и для подсолнечного масла.

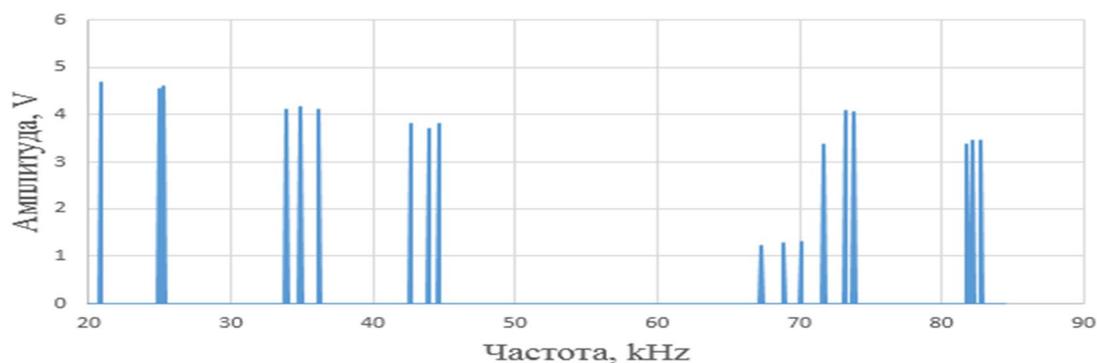


Рисунок 1 – График зависимости амплитуды излучателя от частоты для дистиллированной воды

На рисунке 1 представлены результаты эксперимента для дистиллированной воды. Из графика видно, что в процессе опыта амплитуда выходного напряжения генератора на излучающий динамик сохранялась в пределах диапазона от 1 до 5 V.

При этом можно отметить, что амплитуда напряжения на динамике приемника (рисунок 2) была разной, а ее пиковое значение приходится на 73,2 kHz и составляет 44,5 mV.

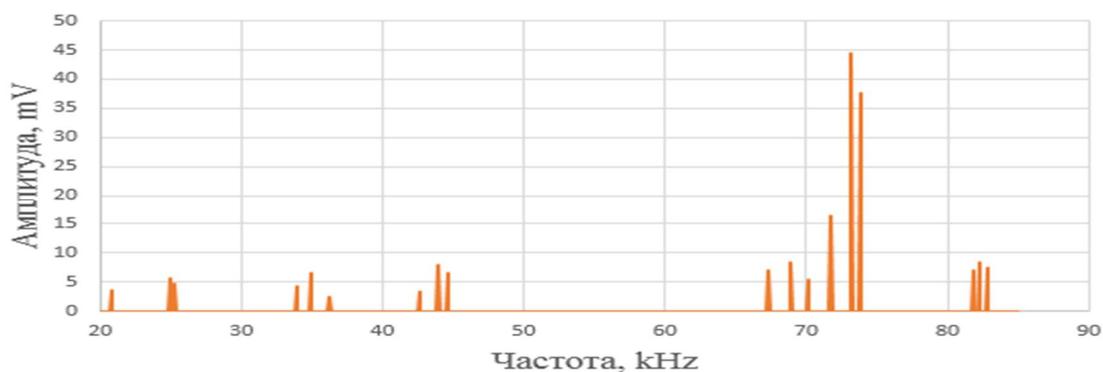


Рисунок 2 – График зависимости амплитуды приемника от частоты для дистиллированной воды

На рисунке 3 представлена зависимость амплитуды излучателя от частоты для подсолнечного масла. Главное отличие от эксперимента с дистиллированной водой заключается в том, что диапазон частот и количество выявленных резонансов в измерениях было больше.

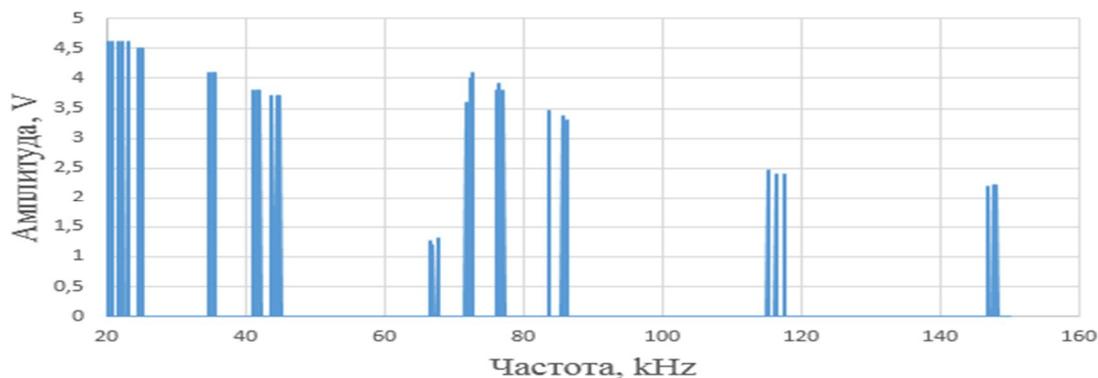


Рисунок 3 – График зависимости амплитуды излучателя от частоты для подсолнечного масла

На рисунке 4, представляющем собой зависимость амплитуды приемника от частоты для подсолнечного масла, можно увидеть, что пиковые значения амплитуды входного напряжения приходятся на два участка. Первым из них является участок на частоте 41,7 kHz. Амплитуда напряжения на этом участке составляет 18,2 mV. Второй на частоте 72,4 kHz с амплитудой 17,4 mV.

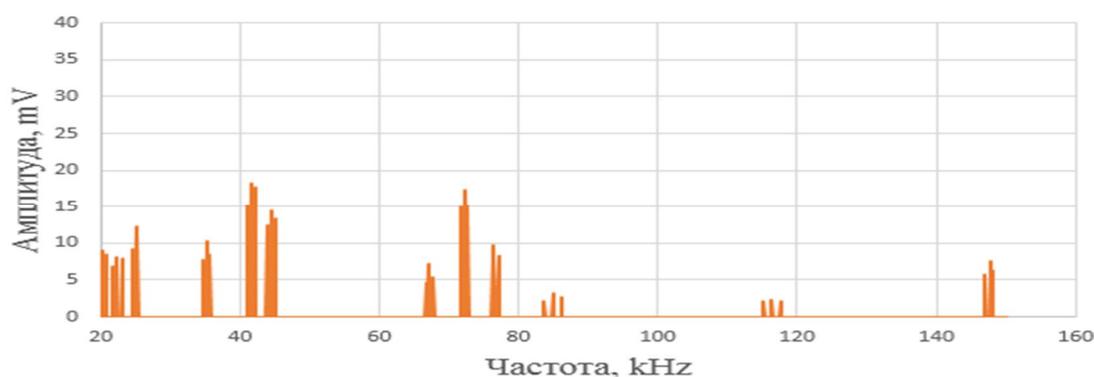


Рисунок 4 – График зависимости амплитуды приемника от частоты для подсолнечного масла

На рисунке 5 представлена зависимость амплитуды излучателя от частоты для 100% соляного раствора. На малых частотах амплитуда

придерживалась одного предела, но с увеличением частоты видно, что амплитуда полученного приемником сигнала начала уменьшаться.

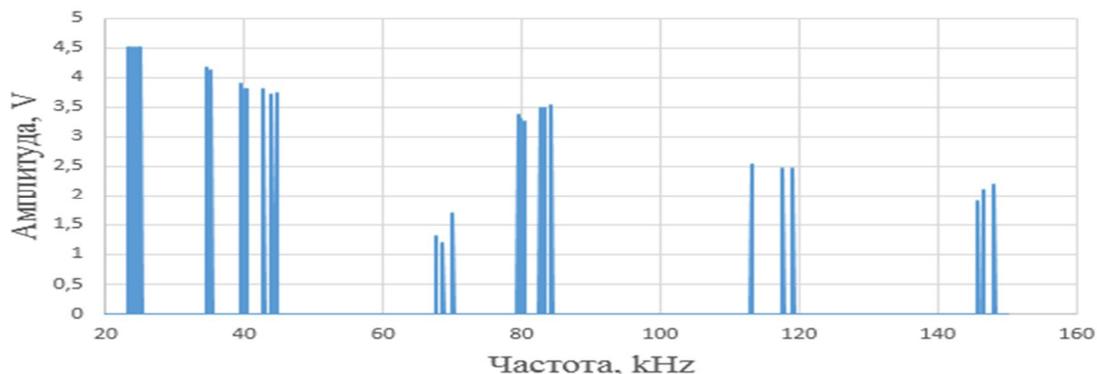


Рисунок 5 – График зависимости амплитуды излучателя от частоты для соляного раствора

На рисунке 6 видно, что пиковое значение наблюдается на малой частоте, составляющей 24,9 kHz при амплитуде сигнала в 16,1 mV. Так же на графике видно, что диапазон амплитуд и пиковая амплитуда меньше, чем в других экспериментах. Из этого можно сделать вывод, что соляной раствор является худшей средой для проводимости ультразвука из изученных сред в результате эксперимента для всего диапазона частот от 16 kHz до 160 kHz.

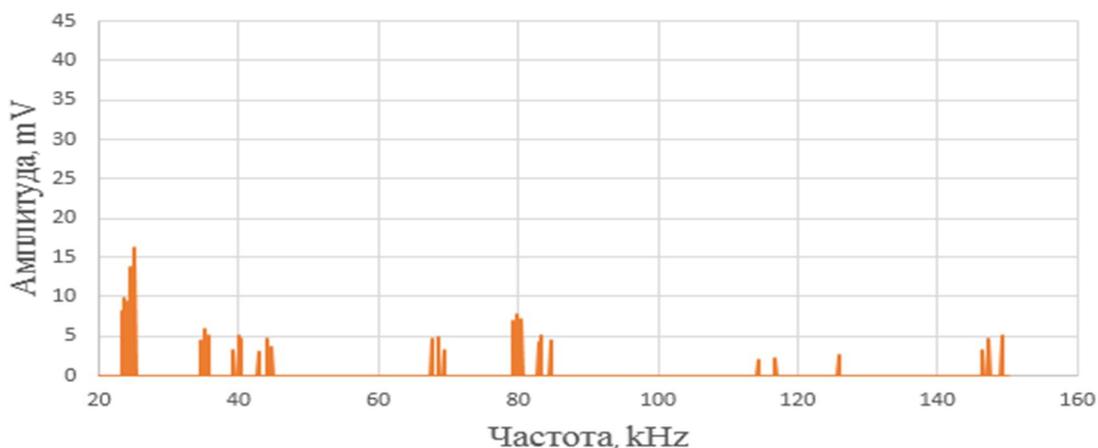


Рисунок 6 – График зависимости амплитуды приемника от частоты для соляного раствора

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данной ВКР была достигнута поставленная цель – изучены особенности распространения ультразвука в биологических средах.

Были выполнены следующие задачи:

1. Изучены основные понятия ультразвуковых волн, при распространении в биологических средах.
2. Рассмотрены основные типы ультразвуковых приборов, изучить особенности ультразвуковых преобразователей и датчиков.
3. Изучены особенности распространения ультразвука в биологических средах.

Проведен эксперимент, направленный на изучение характеристик прохождения ультразвуковых волн через три выбранные биологические среды. Построены графики зависимости амплитуды, от частоты для различных биологических сред. Сделаны выводы о прохождении ультразвуковых волн через эти биологические среды.

Работа будет полезна студентам, обучающимся по направлению «Биотехнические системы и технологии», и медицинским работникам, осуществляющим свою деятельность в медицинской диагностике.