РАЗДЕЛ III. ФИЗИКА

Галиуллина А.Ш.¹, Тимофеева В.А.¹, Сбитнева А.А.²

Применение ультразвука в технике и медицине

¹Национальный исследовательский университет ИТМО
(Россия, Санкт-Петербург)

²Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
(Россия, Томск)

doi: 10.18411/lj-05-2020-16

ids: lj-05-2020-16

Аннотация

Статья посвящена процессу передачи данных по каналам связи. Приводится сравнительный анализ различных сред распространения каналов связи. Подробнее описывается применение акустического канала связи в технике и медицине. Основными целью статьи является рассмотрение акустического канала связи, обозначение принципов его работы на различных устройствах. Методами исследования выступают: изучение и анализ научной литературы и сравнительный анализ. Результатами исследования является сравнительный анализ акустической среды и среды радиоволн, которые наиболее часто встречается в горной промышленности. Описание эволюция ультразвука от неизвестного феномена до принципа работы многих современных устройств.

Ключевые слова: акустический канал связи, среда распространения, ультразвук, разработка.

Abstract

The article is devoted to the process of data transmission through communication channels. A comparative analysis of various communication channel distribution media is presented. The application of the acoustic communication channel in technology and medicine is described in more detail. The main goal of the article is to consider the acoustic communication channel, to indicate the principles of its operation on various devices. The research methods are: study and analysis of scientific literature and comparative analysis. The results of the study are a comparative analysis of the acoustic environment and the environment of radio waves, which are most often found in the mining industry. Description evolution of ultrasound from an unknown phenomenon to the principle of operation of many modern devices.

Keywords: acoustic communication channel, propagation medium, ultrasound, development.

Любой канал связи представляет собой систему технических средств и среду распространения сигналов для односторонней или двусторонней передачи данных. Данная система схематически изображена на рис.1, в которой показана передача исходных пакетов информации А от источника к приемнику по каналу связи. Проходя через среду распространения на информацию А могут воздействовать различные внешние факторы, которые могут ее изменить, то есть источник получает информацию В, которая является видоизмененной информацией А.

Рис. 1 – Схема канала передачи данных

По типу среды распространения каналы связи делятся на проводные, оптические, акустические и радиоволновые среды.

Проводные (кабельные) каналы связи представляют собой связи, которые имеют широкую распространённость в связи своей необходимости в жизнеобеспечении человека.

Данный вид связей состоит из линий связей, которые в свою очередь состоят из направленных сред передачи данных. Все это осуществляется для организации связи. Под организацией связи здесь подразумевается организация каналов: телефонной связи, передачи данных, технологической связи и других.

Волоконно-оптическая связь – способ передачи информации, использующий в качестве носителя информационного сигнала электромагнитное излучение оптического (ближнего инфракрасного) диапазона, а в качестве направляющих систем — волоконно-оптические кабели. Благодаря высокой несущей частоте и широким возможностям мультиплексирования пропускная способность волоконно-оптических линий многократно превышает пропускную способность всех других систем связи. Малое затухание света в оптическом волокне позволяет применять волоконно-оптическую связь на значительных расстояниях без использования усилителей [5].

Сравним две среды распространения, которые наиболее часто встречается, например, в горной промышленности, это акустические и радиоволновые среды. Критерии сравнения, характеристики и выводы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение акустических волн и радиоволн

Критерий сравнения	Акустические волны	Радиоволны
Частота	Инфразвук занимает частотный диапазон от 0,01 Гц до 0,1 Гц.	От 3 Герц (крайне низкие частоты) до 3000 ГГц (гипервысокие частоты).
Техническая реализация	Низкие частоты акустических волн не предъявляю высоких требований для оборудования. Нет необходимости в высокой скорости и сложном и дорогостоящем оборудовании.	Диапазон радиоволн предъявляет высокие требования к технике: такие частоты лежат за пределами возможности для механического возбуждения.
Воздействия на органы восприятия	Так как рассматриваемые в исследовании волны расположены вблизи нижней границе воспринимаемых человеком частот, следует выбирать такие частоты, которые не будут воздействовать на слух.	Не воспринимаются органами чувств человека и большинства живых существ.

Остановимся более подробно на акустических каналах связи.

Акустический канал связи представляет собой комплекс устройств и физических средств, через который возможна передача сигнала с помощью упругих волн с частотой колебания от единиц герц до сотен мегагерц. Информация в акустическом канале передается благодаря пассивным сигналам, которые возникают в контролируемом процессе, и активным специально созданным звуковым сигналам. Ультразвук по-разному ведет себя в различных агрегатных средах, так например, он сильнее поглощается в газах, чем в жидкостях и твердых телах. Именно из этого физического свойства вытекает одно из главных преимуществ ультразвуковой волны – преодоление значительных расстояний. Еще одним важным свойством ультразвука является сравнительно простое осуществление его направленного излучения. Рассмотрим более подробно эволюцию ультразвука от неизвестного феномена до принципа работы многих современных устройств. Родоначальником ультразвука являются животные, использующие такой способ передачи информации.

Например, летучая мышь – уникальный объект для ученых-биоакустиков. Ее уникальность заключается в свободном беспрепятственном передвижении в полной темноте. Благодаря ученым, которые изучали это явление, было выявлено, что летучая мышь не использует зрение как средство для ориентации в пространстве, а использует свой «уникальный» слух. Завеса тайн стала проясняться, когда были изобретены новые средства для исследования, вследствие этого удалось обнаружить, что летучие мыши издают звуки, которые человек не способен воспринимать. Именно эти высокочастотные звуки, которые летучая мышь издает непрерывно практически весь свой полет, является ее «навигатором» в пространстве.

После многочисленных изучений было выяснено, что летучая мышь излучает направленные ультразвуковые сигналы и с помощью них буквально ощупывает в пути сопутствующие ей предметы. Количество сигналов напрямую зависит от расстояния между летучей мышью и предметом. Эта зависимость выражается в обратно пропорциональном соотношении расстояния и числа сигналов, то есть когда расстояние уменьшается, то число сигналов повышается. Если, например, расстояние до предмета 30 метров, летучая мышь издает по 10-12 сигналов, если 1 метр - примерно 60 сигналов. Диапазон частот, который использует летучая мышь, достаточно широк - от 20 000 до 140 000 герц (такая частота соответствует длине волны примерно 2,5 миллиметра) [3].

Данную особенность ученые смогли спроецировать и на жизнь человека. Эхолокация может помочь инвалидам по зрению. Уже изобретаются и применяются специальные приборы в виде наушников, которые работают на принципе эхолокатора летучих мышей — излучая ультразвуковую волну и получая обратное ответное эхо. Эхо переносится в звуковой диапазон звуков, которые может слышать человек, после чего передается в наушники человеку. После необходимой тренировки, человек с этим устройством получает возможность «видеть» мир с помощью эхолокации.

С использованием ультразвуковых приборов люди с ограниченными способностями могут чувствовать себя более комфортно. К таким приборам можно отнести целый ряд устройств: электросонар, «UltraCane», ультразвуковой фонарь «Сонар-5УФ-В1». Все эти приборы имеют схожий принцип работы. В них установлен ультразвуковой датчик, который излучает ультразвуковые волны и улавливает их обратно, отражаясь от различных предметов. Далее прибор посылает вибрационный сигнал слепому человеку, и тот имеет возможность ориентироваться в пространстве. Рассмотрим уже существующие разработки, которые успешно заняли своё место на рынке товаров, помогающих слепым и слабовидящим людям в ориентации на местности [4].

Например, ультразвуковая трость «UltraCane» разработанная в Британии, содержит в своей конструкции 2 совмещённых излучателя и приёмника ультразвуковых волн, а также схематическое решение по обработке информации и сигнализирующее устройство передающее информацию человеку при помощи вибродатчиков, которые вмонтированы в рукоятку трости. Данные два излучателя – приёмника излучают ультразвуковые волны в разных осях, одна из них направлена вперёд по отношению к пользователю (позволяющая определять удаленные препятствия по ходу движения), ось второго излучателя – приёмника расположена под углом выше горизонта (позволяющая определять препятствия на уровне головы пользователя). Приёмноизлучатели генерируют ультразвуковые импульсы и принимают отраженные эхосигналы. Устройство обработки информации, принимая сигнал от одного из приёмноизлучателей, включает тот или иной вибродатчик, и пользователь может лишь ориентировочно судить о расположении препятствий.

Так же есть и другие устройства, работа которых основана на принципе передачи информации с помощью ультразвука. Рассмотрим подробно некоторые из них.

Эхолот – прибор для измерения глубины моря или водоема с помощью акустических сигналов. На данный момент существуют различные по назначению эхолоты: навигационные, промерочные и рыбопоисковые. Остановимся подробнее на навигационных эхолотах, которые способствуют измерению глубины морского пути для безопасного плавания морских судов. В основе данного устройства лежит принцип акустического метода. Датчик эхолота отправляет ультразвуковой сигнал по направлению дна, который может отражаться от различных препятствий. Это позволяет узнать подробную информацию о море или водоеме, а именно об объеме воды, о плотности объектов, которые находятся в воде, о поверхности дна и его размерах. Так как датчик отправляет и принимает сигналы много раз в секунду, то на дисплее эхолота возникает непрерывная линия, благодаря которой специалисты считывают всю необходимую им информацию. В математическом понимании все сводится к простому расчету расстояния, которое проходит сигнал от датчика до препятствия. Расстояние определяется произведением времени на скорость, так как скорость является константой, время служит неизвестным множителем, значение которого определяется эхолотом, так вычисляется глубина моря или водоема [6]. Роботизированный пылесос «Electrolux Trilobite», является первым в мире автономным пылесосом, который был введен в эксплуатацию в 2001 году. Он работал благодаря ультразвуковым датчикам. Датчик посылал сигнал, который определял, есть ли препятствие на пути пылесоса, если оно существовала, то пылесос изменял свое направление движения.

Применение ультразвука также нашло место и в сфере горной промышленности. Одни из примеров систем, которые для передачи сигналов используют ультранизкие звуковые частоты, это системы оповещения. Они передают информацию через массив горных пород и сохраняют работоспособность на больших расстояниях и при экстренных ситуациях [1]. Известные представители таких систем: «Радиус», «Земля-3М», «Гранч», «СУБР-1П», «СУБР-1СВМ» [2].

В данной работе были рассмотрены четыре среды распространения каналов связи: проводные, оптические, акустические и радиоволновые среды. Был проведен сравнительный анализ акустической среды и среды радиоволн, которые наиболее часто встречается в горной промышленности. Основная часть работы была направлена на анализ акустических каналов связи. Была рассмотрена эволюция ультразвука от неизвестного феномена до принципа работы многих современных устройств, в том числе ряда медицинских продуктов (ультразвуковая трость «UltraCane» ультразвуковой фонарь «Сонар-5УФ-В1»), потребительский продуктов (роботизированный пылесос

«Electrolux Trilobite) и продуктов горной промышленности («Радиус», «Земля-3М», «Гранч», «СУБР-1П», «СУБР-1СВМ»).

1. А. И. Уёмов Логические основы метода моделирования, М.: Мысль, 1971. — 311 с, с.48.
2. Журнал "Горная Промышленность" №4 2004, интервью М.Н. Котровского с д.т.н. А.Н. Таракановым [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mining-media.ru/ru/article/gorobor/1378-distantionno-avtomatizirovannoe-upravlenie-mashinami> (дата обращения: 16.10.19).
3. ИНЛАБ. Ультразвуковая техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://utinlab.ru/articles/ultrazvukovaya-ustanovka-dlya-obrabotki-vodoemov/> свободный (дата обращения: 15.10.2019).
4. Информационный портал. Дефектоскоп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.okorrozii.com/defektoskop.html>, свободный (дата обращения: 17.11.2019).
5. Каналы связи и их характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://scask.ru/a_book_p_net.php?id=5 свободный (дата обращения: 07.09.2019).
6. MARINEQ. Эхолот [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://seacomm.ru/dokumentacija/5169/> свободный (дата обращения: 23.11.2019).

Лин Э.Э.

**Асимптотический метод кинетики образования объектов, проявляющих
квантовые свойства**

*Российский Федеральный Ядерный Центр
(Россия, Саров)*

doi: 10.18411/lj-05-2020-17

idsp: ljjournal-05-2020-17

Аннотация

Разработан асимптотический метод кинетики образования объектов, проявляющих квантовые свойства в различных пространственных масштабах. Метод основан на расширенной трактовке принципов неопределенности и абсолютной определенности и на представлениях о росте объектов из малых зародышей. Предложенный феноменологический подход позволяет получать адекватные оценки характеристик образования субъядерных частиц и ядер, кристаллических наночастиц и мезообъектов, астрофизических и космологических объектов. Принципы неопределенности и абсолютной определенности взаимно дополняют один другого и предсказывают образование гипотетических объектов, которые до сих пор либо не обнаружены, либо не являются широко известными и описанными в научной литературе явным (подробным) образом.

Ключевые слова: кинетика образования объектов, асимптотический метод, пространственные масштабы, квантовые свойства, неопределенность, абсолютная определенность, субъядерные частицы и ядра, кристаллические наночастицы и мезообъекты, астрофизические и космологические объекты, гипотетические объекты

Abstract

Asymptotic method for kinetics of formation of objects revealing quantum properties in diverse spatial scales was developed. The method is based on expanded interpretation of uncertainty and absolute certainty principles as well as on notions about object growth from small first samples. The proposed phenomenological approach allows us to obtain adequate evaluations of formation characteristics for subnuclear particles and nuclei, crystalline nanoparticles and mesoobjects, astrophysical and cosmological objects. Uncertainty principle and absolute certainty principle mutually complement each other and predict formation of hypothetical objects that are not widely well-known or, at least, well-described in scientific literature so far.