МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К. И. Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Аркинов Мурадил Аркинович

Тема: Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность: 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К. И. Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТ и КТ
канд. техн. наук
Е. Таштай
" 23 " 05 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА
На тему: Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi.
По специальности: Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил: Аркинов Аркинов Мурадил Аркинович.

Рецензент
Кандидат тех. наук, ассоц. профессор
(ученая степень, звание)
Токмолдаев А. Б.
подпись Ф.И.О.
" 24 " 05 2022 г.

Научный руководитель
к.ф-м.н. ассоц. профессор
(ученая степень, звание)
Жунусов К.Х
подпись Ф.И.О.
" 23 " 05 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К. И. Сатпаева

Институт автоматики и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЭТ и КТ
канд.тех. наук.
Е. Таштай
"21" XII 2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Аркинову Мурадилу Аркиновичу
Тема: « Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi.
Утверждена приказом Ректора Университета №489–п от "24" декабря 2022г.
Срок сдачи законченной работы "15" мая 2022г.
Исходные данные к дипломной работе:
1) История развития технологии Li-Fi.
2) Основные характеристики и структурная схема Li-Fi.
Краткое содержание дипломной работы:
а) Краткий обзор технологии Li-Fi.
б) Расчет влияния оптико-физических свойств воды на работу системы
в) Расчет пропускной способности сетей Li-Fi.
г) Расчет проектирование Li-Fi технологии на зоне каспийского моря.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 10 слайдов презентации работы.
Рекомендуемая основная литература: 1. Myshkin V.F., Balandin S.F, Donchenko V. A., Pogodaev V.A., Khan V. A., Abramova E.S., Kulakov Yu.I., Pavlova M.S., Khazan V.L., Horohorin D.M. Generation of Electric and Magnetic Fields during High-Intensity Laser Radiation Propagation through the Atmosphere // Atmospheric and Oceanic Optics, 2020, V. 33. №. 5. pp. 549-554.
2. Абрамова Е.С., Мышкин В.Ф., Павлова М.С., Абрамов С.С., Павлов И.И. Развитие бистатической связи в России, Электросвязь, № 10, 2019, с. 36-40.

ГРАФИК

подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретическая часть	10.01.2022-20.01.2022	Отчет – не менее 5-10 стр. и 1-2 слайда
Выбор оборудования	20.01.2022-10.03.2022	Отчет не менее 5-10 стр, 1-2
Расчетная часть	11.03.2022-28.04.2022	Отчет не менее 10 стр, 3-5 слайдов
Заключение	01.04.2022-10.05.2022	Отчет не менее 1 стр, 10 слайдов

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	**Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)**	**Дата подписания**	**Подпись**
Нормоконтролер	Доктор PhD, ассоц проф. Смайлов Н	20.05.2022	

Научный руководитель _____ Жунусов К.Х
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся _____ Аркинов М. А.
(подпись)

Дата "17" 12 2021 г.

АННОТАЦИЯ

Со спросом на более быстрые и безопасные коммуникационные технологии, чтобы сделать нашу жизнь лучше, инновационные технологии, такие как Li-Fi (Light Fidelity), становятся все более популярный. Li-Fi использует светоизлучающие диоды (LED) для передачи данных. Это исследование сосредоточено на алгоритмах передачи обслуживания и производительности. оценка сети Li-Fi. Соответственно, работа разбита на две части. Во-первых, эта исследовательская работа оценивает выполнение теоретической части применения Li-Fi сети. Вторая часть выбор оборудования и расчеты по выбранным параметрам.

ANNOTATION

With the demand for faster and more secure communication technologies to make our lives better, innovative technologies such as Li-Fi (Light Fidelity) are becoming more and more popular. Li-Fi uses Light Emitting Diodes (LEDs) to transmit data. This research focuses on handover algorithms and performance. assessment of the Li-Fi network. Accordingly, the work is divided into two parts. First, this research paper evaluates the performance of the theoretical part of the Li-Fi network application. The second part is the choice of equipment and calculations for the selected parameters.

АҢДАТПА

Өмірімізді жақсарту үшін жылдамырақ және қауіпсіз байланыс технологияларына деген сұраныспен Li-Fi (Light Fidelity) сияқты инновациялық технологиялар барған сайын танымал бола түсуде. Li-Fi деректерді беру үшін жарық шығаратын диодтарды (жарық диодтар) пайдаланады. Бұл зерттеу тапсыру алгоритмдері мен өнімділікке бағытталған. Li-Fi желісін бағалау. Осыған сәйкес жұмыс екі бөлікке бөлінеді. Біріншіден, бұл зерттеу жұмысы Li-Fi желісі қосымшасының теориялық бөлігінің өнімділігін бағалайды. Екінші бөлім - жабдықты таңдау және таңдалған параметрлер бойынша есептеулер.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение		10
1	Li-Fi технология – принципы работы и области применения	12
1.1	Принцип работы системы Li-Fi	12
1.2	Область применения	14
1.3	Преимущества применения системы в водной среде	19
2	Выбор оборудования сети беспроводной связи Li-Fi	24
2.1	Автоматизированная система подводной беспроводной связи использование Li-Fi с поддержкой IOT и GPS-позиционированием	24
2.2	Теоретическое представление системы: цели и задачи	24
2.3	Метод расчета потерь энергии светового сигнала в телекоммуникационной системе li-fi	32
3.	Расчет применения системы Li-Fi под водой	35
3.1	Расчет влияния оптико-физических свойств воды на работу системы	39
3.2	Расчет пропускной способности сетей Li-Fi	39
3.3	Расчеты проектирование Li-Fi технологии на зоне Каспийского моря	42
3.4	Рекомендации к использованию	49
Заключение		55
Список использованной литературы		56

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос качественного проведения научно-исследовательских работ в области океанологии и океанографии всегда стоит на первом месте при изучении мирового океана. Ни для кого не секрет, что на сегодняшний день степень развития технологий предоставляет невообразимую для прежних времен широту для новых исследований, каждый день создавая все новые и новые методы и решения задач, стоящих перед ученым сообществом.

И как не стоит на месте развитие технологий, которые для обычных людей уже считаются базовыми нуждами, так и не должно стоять на месте и развитие тех видов систем и приборов, которыми пользуются сейчас современные океанологи.

Разнообразие методов специальных океанологических исследований на сегодняшний момент просто огромно. Большая часть из них имеет в своем составе разнообразные системы передачи данных, но не многие из них способны работать под водой.

Некоторые системы, например, на основе радиоволн, не могут работать под водой так как вода гасит радиоволны, а некоторые – например кабель-трос – в определенной мере уменьшают маневренность системы.

Так же существует возможность передавать информацию через подводный звуковой канал, что позволяет передать данные на сверхдальние расстояния, так как скорость звука в ПЗК намного выше, чем скорость звука вне канала. Но несмотря на то, что эти способы хорошо изучены и уже завоевали доверие в научной среде, можно рассмотреть другой способ передачи данных, имеющий большой потенциал с точки зрения применения одновременно и в водной и в воздушной среде.

Таким способом может являться передача данных по средствам системы передачи данных по световому каналу (visible light communication – VLC) – технология Light–Fidelity или Li-Fi технология.

Li-Fi – это технология беспроводной связи, которая использует инфракрасный и видимый спектр света для высокоскоростной передачи данных. Данная коммуникационная технология является двунаправленной и в отличие от радиоволн в Wi-Fi может быть использована под водой.

Актуальность. Li-Fi это технология двунаправленной беспроводной передачи данных, которая может использовать инфракрасный и видимый спектр света для передачи данных с одного аппарата на другой.

Так как этот способ передачи данных в отличие от радиоволн и Wi-Fi может быть использована под водой, определение потенциала использования подобного способа передачи данных является очень актуальной задачей на сегодняшний день.

Цель работы. Определение направлений использования Li-Fi систем для аппаратно-комплексных систем для океанологических исследований.

Задачи:

- Рассмотреть принцип работы системы Li-Fi и области ее применения;
- Выявить особенности работы системы Li-Fi под водой;
- Провести анализ влияния оптических свойств воды на работу системы;
- Определить эффективность работы системы;
- Разработать схему системы;
- Анализ полученных результатов.

Объектом исследования является (Каспийское море) как среда для передачи светового излучения.

Предметом исследования является технология двунаправленной беспроводной связи Li-Fi.

Структура работы: Введение, Оснавная часть работы состоит из трех глав и из двадцати девяти подглав, закдючение и список использованной литературы.

1 LI-FI ТЕХНОЛОГИЯ – ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ.

1.1 Принцип работы системы Li-Fi

В базе принципа работы системы лежит предоставление данных сквозь световой канал – будь это видный диапазон света, или же инфракрасное излучение. В общем случае канал связи организовывается меж передатчиком (источником света или же излучения) и фотодетектором. Скорость передачи данных станет всецело находиться в зависимости от применяемой технологии освещения и цифровой модуляции сигнала. В качестве технологий освещения в первую очередь предполагают светодиоды (LED лампы), RGB лазеры, и диоды инфракрасного излучения (RGB диоды) (рисунок 1.1)

Рисунок 1.1- Типы световых элементов.

В качестве ведущих LED ламп используются голубые диоды с фосфорным напылением, галлия-нитридные микросветодиоды, RGB цветные LED лампы. Под цветными лазерами предполагаются лазерные излучатели, оптоэлектронные составляющие, включающие в себя полупроводниковые лазерные диоды и лазерные модули со встроенными схемами управления.

Собственно, что же касается инфракрасного излучения, то принцип работы не крепко изменяется. Мы все ещё имеем передатчик и приемник, а еще систему кодировки инфы. Традиционным способомметодом передачи инфы является предоставление данных сквозь инфракрасный порт – группу стереотипов, описывающую протоколы физиологического и закономерного значения передачи данных с внедрением инфракрасного излучения (IrDA). Впрочем, это вдали не единый метод. Всем знакомое управление телеком сквозь пульт управления например же случается сквозь инфракрасное излучение. Подобный метод передачи данных благоприятен при удаленном

управлении устройством в месте, в случае если речь идет об управлении НПА. Впрочем, подобный метод не станет считаться действенным при работе на

далеких расстояниях по причине телесных и оптических качеств воды и самого инфракрасного излучения.

Голубые LED лампы состоят из голубого светодиода высочайшей яркости с фосфористым покрытием, которое конвертирует голубий свет в желтоватый. Когда голубий свет и желтоватый свет соединяются, свечение диодика делается белоснежным. На нынешний денек это самый экономный метод получения белоснежного света, но ткань для переустройства цвета люминофора замедляет частотный резонанс, то есть больше высочайшие частоты крепко ослабляются. Значит, полоса пропускания сего на подобии светодиодов располагается лишь только в области 2 МГц. Впрочем, использование в том числе и такового метода фильтрации света может помочь добиться скорости передачи данных до 1 Гбит в секунду. Больше продвинутые светодиоды красноватого, зеленоватого и голубого (RGB) освещения (цветные светодиоды) обеспечивают скорость передачи данных до 5 Гбит / с, потому что в их белоснежный свет выходит методом смешивания базисных цветов взамен применения хим переустройства цвета. Были продемонстрированы скорости передачи данных с одним микросветодиодом 8 Гбит / с, и было показано, собственно что достижение100 Гбит / с вполне вероятно с лазерным освещением.

В виду специфичности предоставленной технологии есть большое количество заблуждений сравнительно Li-Fi систем. Для начала, у большинства появляется вопрос о работоспособности предоставленной технологии в критериях солнечного освещения. Солнечный свет дает собой неизменный мешающий знак за пределами полосы пропускания, применяемой для модуляции данных. Li-Fi трудится на частотах, как правило превосходящих 1 МГц. В следствие этого неизменный солнечный свет имеет возможность быть удален с поддержкой электрофильтров. Добавочным эффектом солнечного света считается завышенный световой шум, который не имеет возможность быть просто устранен с поддержкой оптических фильтров. В исследовании воздействие дробового шума было изучено отменно и было найдено, собственно, что скорость передачи данных понижается на 1,5% и 4,5% при условии, собственно, что сенсоры имеют габариты 0,19 мм2 и 2 мм2 в соответствии с этим. Насыщенность возможно избежать, применяя методы самодействующего управления усилением в сочетании с оптическими фильтрами. На самом деле солнечный свет очень может быть полезен, потому что он разрешает трудиться приемникам Li-Fi на солнечных батареях, где солнечный вещество функционирует как прибор способа данных, и в то же время убирает солнечный свет в качестве энергии.

Во-2-х, опаски вызывает то, собственно чточто световой знак будто бы имеет возможность быть затемнен. Впрочем это также не так. Световые сигналы не имеют все шансы быть затемнены: есть улучшенные способы модуляции, эти как eU-OFDM, которые дают возможность трудиться Li-Fi вблизи к включенному напряжению (ToV) светодиода, собственно что значит, собственно что свет имеют все шансы трудиться при довольно невысоком световом выходе при сохранении больших скоростей передачи данных.

В-третьих, есть опаски о понижении производительности при мигании светового струи. Впрочем, исключительно невысокая частота, с которой модулируются световые сигналы, располагается в области 1 МГц. Частота обновления экрана компа оформляет в пределах 100 Гц. Это значит, собственно, что скорость мигания лампочки Li-Fi на 10 000 повыше, чем у экрана компа. Этим образом мигание не воздействует на работу сигнала.

В-четвертых, боязнь, связанное с предположением о том, собственно что канал связи имеет возможность быть лишь только мононаправлен, в соответствии с этим в раз момент времени работа исполняется лишь только для входного или же выходного сигнала, но это не так, например как 2 одновременных световых струи не станут пересекаться и назначение струи данных, в соответствии с этим, также изменяться не станет. Больше такого, вполне вероятно внедрение комбинированной системы, когда в нисходящем канале применяется светодиодное освещение, а в восходящем инфракрасное излучение.

Этот метод связи значимо расширяет грани вероятностей передачи данных. На нынешний денек деятельно протекают изучения касающиеся использования Li-Fi технологий в подводной сфере работы человека. К огорчению, по большей части все опыты считаются замкнутыми и доступа к их итогам буквально нет. Делая упор на информацию в раскрытых источниках, был изготовлен вывод, собственно, что предоставленная разработка лучшим образом имела возможность бы быть использована в океанологии при разработке систем самостоятельного применения, этих как независимые подводные аппараты для проведения океанологических и океанографических изучений.

1.2 Область применения

Li-Fi разработка технология, которая в большинстве случаев способна поменять WiFi и иные радиочастотные методы передачи связи. Для кое-каких обстановок внедрение Li-Fi станет считаться больше неопасной кандидатурой, в других случаях Li-Fi станет считаться единым скоростным способом связи. Этим образом Li-Fi возможно использовать в надлежащих обстановках и окружении:
В больнице:
Например как Li-Fi не не дает устройствами, работающим на радиочастотах, LiFi возможно неопасно применить в клиниках. К примеру, в коридорах, залах ожидания, палатах для больных и операционных, разработка Li-Fi дозволит сделать сеть связи, которая уничтожит трудности электрических помех от телефонов при применении Wi-Fi в клиниках. Li-Fi возможно еще применить для контроля в реальном времени передвижений больных и актуально весомых характеристик без необходимости в проводах.
В аэропортах:

Использование системы в аэропортах считается например же довольно успешным. По что же основанию, собственно что и в клиниках –система не не дает трудиться устройствам на радиочастотах, а означает не станет препятствовать трудиться главным системам связи с самолетами и метеорологическими станциями, разрешая работать аэропорту без сбоев.

В самолетах:

Wi-Fi в самолетах используется в высшей степени изредка, по почти всем основаниям по причине такого, собственно что электрические радиоволны роутеров не дают работе устройств и связи с диспетчерами. Использование Li-FI в предоставленном случае станет очень максимально действенным.

В офисах и школах:

Система Li-Fi дает самое защищенное включение с точки зрения информационной защищенности в сопоставлении со всеми другими, дешевыми на нынешний денек. Кроме освещения, система имеет возможность подавать доступ к сети онлайн не проходящем сквозь стенки методикой, а означает и включение к локальной сети например же делается очень максимально безвредным.

В научно-исследовательских планах:

Внедрение телеуправляемых аппаратов для получения данных в режиме реального времени на нынешний момент считается наиболее нередко применяемым способом. Впрочем системы с этим типом связи не мобильны и не имеют все шансы быть применены в недоступных пространствах. Кандидатурой им считаются независимые аппараты, работающие по данной заблаговременно программке. Но эти аппараты в большинстве случаев не применяются как мобильные прибора – их главная работа производится в стационарном ансамбле и ассоциация с исследователем они получают сквозь искусственного происхождения спутники земли. Подобный способ особых океанологических изучений обширно используется по всему Крупному Океану, а главным адептом считаются буи «АРГО» - сеть дрейфующих – ныряющих буев для проведения океанографических измерений в верхнем слое океана в реальном масштабе времени. Система трудится совместно со спутниковыми наблюдениями делает оперативную океанологическую систему, аналогичную массовой системе исследований за атмосферой. Буй "АРГО", выпущенный на плоскость, спускается до глубины 2000 метров и дрейфует с течением на данной глубине в направление 10 дней, вслед за тем подымается на плоскость, измеряя рассредотачивание температуры и солености по глубине. На плоскости буй передает по радио данные измерений и свое состояние на орбитальный спутник и вслед за тем возобновил спускается на глубину для продолжения цикла измерений. Буи разработаны для воплощения 150 этих циклов. Длительность работы буев оценивается от 4 до 5 лет. В случае издержки буев ученые не терпят большущих денежных утрат – система сравнительно дешева в производстве.

Ведущей целью при разработке такового аппарата обязана работать надобность освобождения или же сокращение частоты применения телеуправляемых систем, а еще заключение задачки по получению данных с

аппаратов, утеря коих доставит гигантские издержки со стороны изучений, а не лишь только с экономической стороны. Аналогичный способ сбора данных с аппаратов, несомненно, поможет в обстановках, при коих иные методы передачи инфы не доступны по что или же другим основаниям. Внедрение технологий, обрисованных дальше, имеет возможность важно увеличить высококачественные характеристики проводимых изучений повысив степень технических данных самих автономных неуправляемых подводных аппаратов. В случае если взыскивать во забота вероятность исключения из системы аппаратного ансамбля кабеля для передачи данных и управления устройством, то использование такового способа важно повысит маневренность аппарата, собственно, что в собственную очередь устроит его больше мобильным.

Как было произнесено раньше, ведущей областью применения рассматривается океанологические и океанографические исследовательские ансамбли, включающие в себя независимые необитаемые подводные аппараты использования, коих связано с исследованием недоступных областей, этих как подледные изучения, или же исследование районов с различным рельефом, где использование телеуправляемых аппаратов было бы затруднительным.

Превосходством подобный системы, возможно, станет именовать уже упомянутое увеличение мобильности автономных аппаратов. Еще к количеству превосходства идет по стопам прибавить вероятность получать данные не поднимая установка на плоскость, собственно что выделяет вероятность в случае надобности получить данные с аппарата доступ впрямую к которому не вероятен по ряду оснований, к примеру, вследствие того собственно что его движительная система повреждена или же он попал в зону, откуда вынуть его без поддержке водолазов не ведётся вероятным возможным.

Австралийская фирма nextLiFi разрабатывает личную систему подводной связи, которая станет применяться в целях связи меж аквалангистами (рисунок 1.2).

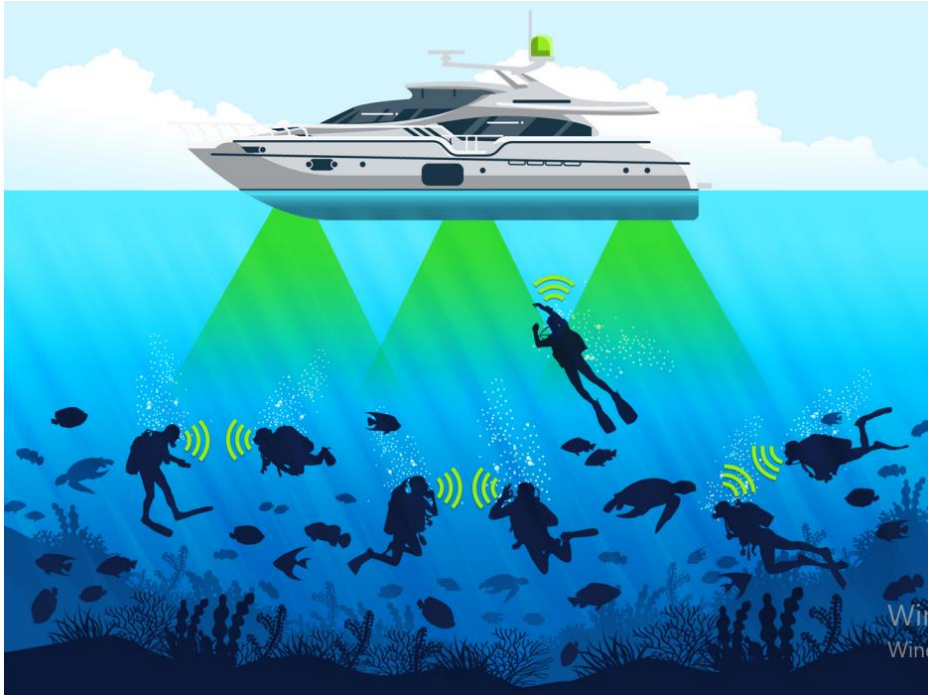


Рисунок 1.2 – визуализация проекта nextLiFi.

Таким же образом аналогичная система связи сквозь световой канал имеет возможность быть применена:

На подводных лодках – данные имеют все шансы переходить меж 2-мя подводными лодками и барьер в пути возможно обнаружить;

– Для защищенности личных и платных рыболовных суден в дополнение к радиосвязи – в случае если это судно обнаруживает некую дилемму в море и личный корабль, то он имеет возможность выслать известие другому кораблю или же центральному органу;

– Спасательные операции в море – в случае если спасательная операция случается в море, то информация имеет возможность переходить с 1-го корабля на другой;

– Во время патрулирования – в случае если безызвестный корабль располагается в море, то патрульный корабль еще посылает информацию в центральный орган;

– Для дистанционного беспроводного управления подводными аппаратами;

– Как способ связи меж подводными аппаратами и байковыми станциями.

В заметке фирмы RDL Technologies Pvt Ltd описывается система, работающая вместе с радиоволнами, дополняя и расширяя способности приятель приятеля. Система, которую они предлагают основывается на идее такого, собственно, что акустические системы связи неидеальны, но и считаются одним из ведущих методик подводной связи. Акустические системы готовы к далекой связи, но имеют лимитирования в скорости передачи данных и важную задержку (из-за скорости звука в воде). Они делают систему оптической связи, которая дополняет имеющие место быть акустические системы, и разрешает расширить использование автономных подводных аппаратов – отнять их надобности включения по кабелю для передачи инфы. Эта система, несомненно, поможет облегчить операции с подводными дронами и потенциально уменьшит затраты за счет применения нетяжелых и наименее оснащенных надводных судов. Больше такого, станет усилено оперативное реагирование на действия, а починка и техническое сервис формирующейся инфраструктуры океанских обсерваторий будут больше действенными с точки зрения расходов. Эта ассоциация еще дозволит перекидываться гигантскими файлами данных с фиксированных датчиков с внедрением АНПА в качестве способа сбора инфы, транслировать видео в реальном времени с отвязанных транспортных средств для осмотра, идентификации и иных связанных с данным операций. Например же вероятна аппарат сети подводных датчиков (на доступной для работы системы глубине) заменяющих подводные кабеля. Беспилотный установка на каждых дешевых батареях, по воззрению фирмы, привязанный к аналогичному подводному узлу, возможно станет эксплуатировать сквозь ассоциация сочетающую акустический

и оптический канал, станет необходимым активом как для научного изучения, например и для платных применений.

Этим же образом возможно выстроить систему буйковых станций, меж которыми станут курсировать независимые или же управляемые беспилотные аппараты – принцип такового ансамбля станет заключаться в том, собственно что АНПА, курсируя по запрограммированной линии движения или же управляемый дистанционно станет проводить замеры и транслировать их сквозь Li-Fi на буйковые станции, которые в собственную очередь станут транслировать данные по спутниковой или же радио связи. При переходе с литий-ионных батарей на графеновые возможно ликвидировать из похожей системы буи – подводный установка станет способен предохранять большее численность энергии и автономно транслировать данные. Графен – нынешний ткань, необыкновенные электрические качества которого, а еще вероятность его хим трансформации проделывают его перспективным материалом для цельного ряда областей микроэлектроники – к примеру в качестве аккумуляторных батарей. Удельная ёмкость данных аккумов в 5 один выше этот показатель у литий ионных батарей. Еще идет по стопам обозначить, собственно, что графен-полимерные батареи безопасней и не расположены к возгоранию и взрывом в различие от литий-ионных. Еще идет по стопам обозначить, собственно, что графен-полимерные батареи имеют все шансы наращивать время работы аппарата как минимальное количество в 3 раза.

1.3 Преимущества применения системы в водной среде

Для начала разглядим выдающиеся качества перед другими знакомым методами беспроводной передачи данных – Wi-Fi. Бесспорным плюсом считается то, собственно, что в различие от систем на радио частотах вода не всосет знак всецело – поглощена станет лишь только доля сигнала, а остаток станет передан с наименьшим численностью промахов. Скорость работы системы и численность данных для передачи значимо более, чем сквозь подводный звуковой канал. Район работы системы например же гораздо обширнее чем подводный звуковой канал – широта использования не ограничивается узенькой областью ПЗК, лимитированиями для внедрение станет считаться лишь только высока вымученность воды или же термоклин. Этим образом ведущими превосходством перед другими методами передачи данных под водой станут считаться:

– Недоступность конструктивного поглощения сигнала водой
– Высочайшая скорость передачи данных
– Большее численность данных, которые система имеет возможность передать
– Район использования обширнее чем у ПЗК

Не считая бесспорных превосходства над радиочастотными способами передачи данных, главными превосходством беспроводной сети Li-Fi считаются:

Увеличение плотности передачи данных в 3 раза;

Оригинальные качества, повышающие степень физиологической защищенности сети;

Внедрение в искробезопасных средах, этих как нефтехимические фабрики и нефтяные платформы;

С выходом в свет Power-over-ethernet (PoE - разработка, позволяющая транслировать удалённому устройству электронную энергию совместно с данными сквозь нормальную витую пару в сети Ethernet) и его применения в освещении есть вероятность оборотной связи с существующими инфраструктурами сети передачи данных для важных транзитных соединений меж источниками света с его интегрированным Li-Fi модемом и Онлайном.

Li-Fi трудится как дополнение к радиочастотным сетками. С данной целью были проведены изучения гибридных сеток Li-Fi /радиочастотные сети, и изготовлены 3 ведущих вывода:

– Сети Li-Fi важно улучшат качество предложений для мобильных пользователей;

– Доставка предложений имеет возможность быть бесперебойной;

– Wi-Fi сети важно делают лучше собственную эффективность в общей работе с сетью Li-Fi.

В различие от Wi-Fi, которая пользуется электрические волны, Li-Fi пользуется световой канал, который возможно применить в воде. Для наилучшего осознания разглядим таблицу 1, где для сопоставления представлены способности обеих систем.

Таблица 1.1 - Сравнение технологий Li-Fi и Wi-Fi

Особенность	**Li-Fi**	**Wi-Fi**
Тип связи	световой	беспроводной
Функционирование	Li-Fi передает данные используя свет с помощью LED.	Wi-Fi передает данные с помощью радиоволн с помощью WiFi маршрутизатора.
Препятствия	Не конфликтует с другими точками доступа, как другие методы, работающие на радиочастотах.	Будут проблемы с помехами от близлежащих точек доступа (маршрутизаторов).
Технические средства	В настоящий момент представлены как совместимые устройствами, работающими на Инфракрасном излучении.	Беспроводная локальная сеть стандарта 802.11a/b/g/n/ac/ad.

Продолжение таблицы 1.1

Применение	Используется в авиакомпаниях, подводных исследованиях, в операционных в больницах, офисных и домашних помещениях для передачи данных и работы в интернете.	Используется для работы в интернете с помощью WiFi точек доступа.
Достоинства (преимущества)	Появление шума маловероятно, может проходить через соленую морскую воду.	Большая вероятность появления шумов, не может пройти через морскую воду.
Конфиденциальность	В Li-Fi, свет блокируется стенами и, следовательно, обеспечит более безопасную передачу данных.	В Wi-Fi радиочастотный сигнал не может быть заблокирован стенами и, следовательно, необходимо использовать методы для обеспечения безопасной передачи данных.
Скорость передачи данных	Около 1 Гбит/с.	Беспроводная локальная сеть - 150 Мбит/с, около 1 - 2 Гбит/с может быть достигнут с помощью WiGig/Giga-IR.
Частота работы	в 10 тысяч раз больше, чем радио спектр	2,4 ГГц, 4,9 ГГц и 5 ГГц
Плотность записи	Высокая плотность записи.	Плотность записи относительно низкая из-за проблем с помехзами.
Расстояние покрытия	Около 10 метров.	Около 32 метров (WLAN 802.11 b / 11g), варьируются в зависимости от мощности передачи и типа антенны.
Системные компоненты	Модулятор, LED (лампа) и фотодетектор представляют собой полную систему Li-Fi.	Требуется установить маршрутизаторы, абонентские устройства (Ноутбуки, КПК, настольные компьютеры) которые в последствии называются станциями.

Этим образом, возможно устроить вывод, собственно что в сопоставлении с Wi-Fi Li-Fi содержит более превосходства, ежели дефектов.

К главным превосходству идет по стопам отнести возвышенный степень конфиденциальности сети, вероятность применения ее под водой, и, собственно что много принципиально, в морской воде, а еще высшую плотность записи и недоступность мощных утрат. К дефектам же возможно отнести вероятность

совершенного перекрытия струи данных при строительстве преграды, всецело заслоняющей осветительный устройство.

Еще идет по стопам обозначить рабочее расстояние – оно в 3 раза меньше, чем у Wi-Fi, а с учетом использования технологии под водой, расстояние еще станет уменьшаться. В целом, Li-Fi, как и каждая иная система, содержит как плюсы, например и дефекты.

Li-Fi (Light Fidelity) – это разработка беспроводной передачи данных, базирующаяся на применении инфракрасного и заметного диапазона света в качестве канала связи для скоростной передачи данных. Предоставленная разработка считается двунаправленной и в различие от радиоволн имеет возможность быть применена под водой. Li-Fi относится к коммуникациям сквозь видный свет (VLC - Visible Light Communication). В качестве ведущих LED ламп используются голубые диоды с фосфорным напылением, галлия-нитридные микросветодиоды, RGB цветные LED лампы. Под цветными лазерами предполагаются лазерные излучатели, оптоэлектронные составляющие, включающие в себя полупроводниковые лазерные диоды и лазерные модули со встроенными схемами управления.

Li-Fi разработка которая в большинстве случаев способна поменять WiFi и иные радиочастотные методы передачи связи. Для кое-каких обстановок внедрение Li-Fi станет считаться больше неопасной кандидатурой, в других случаях Li-Fi станет считаться единым скоростным способом связи. Этим образом Li-Fi возможно использовать в надлежащих обстановках и окружении:

В клинике:

В аэропортах:

В самолетах:

В кабинетах и школах:

В научно-исследовательских планах:

Для применения в научно-исследовательских целях задачка системы станет в первую очередь связана с работой в аква среде. . Аналогичный способ сбора данных с аппаратов, несомненно, поможет в обстановках, при коих иные методы передачи инфы не доступны по что или же другим основаниям. Ведущей областью применения рассматривается океанологические и океанографические исследовательские ансамбли, включающие в себя независимые необитаемые подводные аппараты использования, коих связано с исследованием недоступных областей.

Этим же образом аналогичная система связи сквозь световой канал имеет возможность быть применена:

– На подводных лодках – данные имеют все шансы переходить меж 2-мя подводными лодками и барьер в пути возможно обнаружить;

– Для защищенности личных и платных рыболовных суден в дополнение к радио связи – в случае в случае если это судно обнаруживает некую делему в море и личный корабль, то он имеет возможность выслать известие другому кораблю или же центральному органу;

– Спасательные операции в море – в случае если спасательная операция случается в море, то информация имеет возможность переходить с 1-го корабля на другой;

– Во время патрулирования – в случае если безызвестный корабль располагается в море, то патрульный корабль еще посылает информацию в центральный орган;

– Для дистанционного беспроводного управления подводными аппаратами;

– Как способ связи меж подводными аппаратами и байковыми станциями.

Выдающиеся качества системы перед другими методами передачи данных:

– Недоступность конструктивного поглощения сигнала водой

– Высочайшая скорость передачи данных

– Большее численность данных, которые система имеет возможность передать

– Район использования обширнее чем у ПЗК

– Оригинальные качества, повышающие степень физиологической защищенности сети

– Внедрение в искробезопасных средах, этих как нефтехимические фабрики и нефтяные платформы;

Этим образом, возможно устроить вывод, собственно, что в сопоставлении с Wi-Fi Li-Fi содержит более превосходства, ежели дефектов. К главным превосходству идет по стопам отнести возвышенный степень конфиденциальности сети, вероятность применения ее под водой, и, собственно, что много принципиально, в морской воде, а еще высшую плотность записи и недоступность мощных утрат.

К дефектам же возможно отнести вероятность совершенного перекрытия струи данных при строительстве преграды, всецело заслоняющей осветительный устройство. Еще идет по стопам обозначить рабочее расстояние – оно в 3 раза меньше, чем у Wi-Fi, а с учетом использования технологии под водой, расстояние еще станет уменьшаться.

2 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ СЕТИ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ LI-FI

2.1 Автоматизированная система подводной беспроводной связи Использование Li-Fi с поддержкой IOT и GPS-позиционированием

Беспроводная передача данных в водной среде имеет различные проблемы по сравнению с другими видами связи в воздушной среде. Для достижения желаемых скоростей передачи данных для подводной беспроводной связи необходимы передовые устройства. Водная среда обладает несколькими отличительными чертами, что делает ее уникальной и сложной в передаче данных по сравнению с другими традиционными методами передачи. На подводные коммуникации влияют несколько явлений, таких как соленость, мутность, давление, температура, количество света, попадающего на поверхность воды, и их влияние на волны. Несмотря на то, что подводная связь сталкивается с множеством трудностей и проблем, она играет жизненно важную роль в приложениях в реальном времени.

Немногие приложения, где это полезно, — это наблюдение за воздействием на окружающую среду, передача данных через автономный подводный аппарат (AUV) для трансляции состояния здоровья животных в океане, разведка нефти и газа, мониторинг океана и безопасность побережья. Для осуществления передачи данных между буем и АНПА или с АНПА на любые внешние устройства разработана сложная процессорная плата. Он состоит из секции передатчика и приемника для обработки сигналов. Для защиты устройств предусмотрена надлежащая изоляция, которая хранится внутри плавучей лодки, называемой буем. Для применения на подводных лодках и в военных целях будут использоваться датчики на якоре с возведенными башнями обработки.

Для подводной беспроводной передачи доступны три технологии. Во-первых, радиочастотная связь имеет высокую пропускную способность на небольшом расстоянии и подвержена влиянию эффекта Доплера. Второй метод — оптическая передача, он использует длину волны от 450 до 550 нм. Недостатком этого метода является необходимость прямой видимости для установления надлежащей связи между передатчиком и приемником. Третий метод – акустическая коммуникация. Необходимо учитывать следующие факторы: эффекты Доплера и межсимвольные помехи. Из-за низкой пропускной способности и высоких пространственных помех акустический режим связи ограничен одним пользователем, т. е. многопользовательская связь и мультиплексирование сигналов невозможны. Преимущество этого метода в том, что процесс не влияет на жизнь морских животных в океане, так как используется только низкочастотный сигнал. Поскольку мы находимся в периоде промышленной революции 4.0 и широкого применения автоматизации, мы интегрируем нашу систему с небольшой автоматизацией, чтобы расширить ее возможности и улучшить использование пользователями.

2. Существующая система. Для наземного применения данные должны быть преобразованы в надлежащую форму, и они должны быть отобраны таким образом, чтобы они соответствовали теореме выборки Найквиста. Это требует квалифицированного человека, и это утомительная работа. Акустический сигнал можно использовать в качестве носителя в большинстве приложений, поскольку он имеет низкие характеристики поглощения. Единственным недостатком является то, что его можно использовать на больших расстояниях связи из-за ухудшения сигнала. Система, использующая электромагнитные волны, требует широкой полосы пропускания и высокого поглощения передаваемого сигнала. Межсимвольные помехи — еще один параметр, ограничивающий использование электромагнитных волн в подводной связи.

3. Предлагаемая система. Наша главная цель – уменьшить сложность и внедрить подводную беспроводную связь в режиме реального времени. Недорогая, автоматизированная система подводной беспроводной связи, которая легко реализуется. Li-Fi может служить лучшей альтернативой акустическим модемам из-за его высокой скорости, надежной передачи данных и энергоэффективности. Подводные коммуникации можно отслеживать и анализировать. Более того, мы могли бы создать простой и дешевый прототип, который можно было бы использовать для коммерческих приложений и приложений реального времени.

К смоделированному подводному каналу применяются разные коды ошибок. Кодирование данных выполняется до схемы модуляции. Применен код RS (63, 53), и автор получил коэффициент ошибок 10-3 в воздушной среде. Авторы также показали, что значительный выигрыш в кодировании был получен при использовании схемы Trellis Coded Modulation в подводной связи. Спектральный анализ сигналов выполняется в . В подводной связи оптимальная частота играет важную роль в получении лучшего коэффициента ошибок. В результате авторы получили экспериментальную формулу оптимальной частоты для конкретного расстояния. С этой прогнозируемой частотой выполняется моделирование методов кодирования ошибок, таких как турбокоды, сверточный код. Результаты показали, что код свертки с наименьшим расстоянием Хэмминга дает наименьшую ошибку.

Подробно изучено изменение защитного интервала (GI) при мультиплексировании с ортогональным частотным разделением. Образец изображения сначала преобразуется в двоичный формат, а затем передается в моделируемый канал. Доказано, что безошибочная связь достигается, если поддерживается интервал GI, равный 25% закодированных данных. Целью этого метода является устранение межсимвольной интерференции в изменяющемся во времени канале, таком как подводный канал. Исследование обратной связи по решению и линейного эквалайзера в подводном канале исследуется в работе. Авторы спроектировали канал на два разных диапазона.

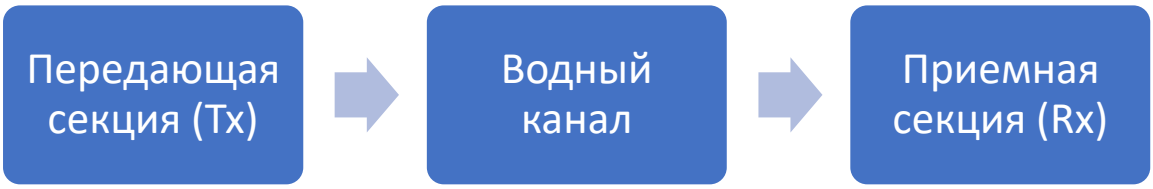
Один на 100 метров, другой на 1000 метров. Оптимальный размер шага, полученный для эквалайзера LMS, составляет от 0,05 до 1. Для алгоритма RLS он находится в диапазоне от 0,02 до 1. В результате моделирования сделан вывод

о том, что коэффициент ошибок 10-4 достигается при уровне сигнала 24 дБ с использованием алгоритма RLS. Передача данных с помощью кликов Dolphin осуществляется авторами. Предлагаемый алгоритм оценивается путем сравнения его производительности с известными стандартными методиками OFDM и эквалайзером.

Результат показывает, что щелчок дельфина дает частоту ошибок, которая составляет одну пятую от частоты ошибок, создаваемых предыдущими методами. Полином в сверточном коде был изменен, и его эффективность была оценена в подводной связи для различных кодовых скоростей. По мере увеличения кодовой скорости частота ошибок постепенно снижается, и трудоемкий алгоритм кода LDPC может быть упрощен путем разбиения более длинной кодовой скорости сверточного кода на последовательности с меньшей кодовой скоростью. Это обеспечило ту же частоту ошибок, которую дает код LDPC при подводной связи. статистический анализ сигналов и классификация нестационарных сигналов анализируются с использованием инструментария обработки сигналов.

В частности, автор эффективно общался на морском дне между подводными аппаратами с помощью оптических сигналов. Это стимулировало исследователей к выполнению своих работ в области подводной связи. Высокоскоростная оптическая связь со скоростью 10 Мбит/с была продемонстрирована на коротком расстоянии 20 метров.

Предлагаемая система состоит из передающей секции с автоматизацией и приемной секции с GPS-трекингом и поддержкой GPRS-IOT. Конструкция и работа системы показаны на рисунке 2.1 Вкратце систему можно представить на блок-схеме, показанной на рисунке 2.1 Здесь водный канал является средой, через которую осуществляется связь.



Передающая секция

Рисунок 2.1- Блок-схема системы

Передающая секция в основном состоит из контроллера PIC-Micro, оснащенного блоком питания, передатчиком Li-Fi (светодиод), кнопочной клавиатурой 1x5 и модулем Bluetooth для лучшего пользовательского интерфейса. Благодаря интеграции модуля Bluetooth и клавиатуры мы разработали два режима работы (то есть) ручной режим и режим Bluetooth. Пользователи могут выбрать для работы любой из этих режимов, отвечающий их нуждам и требованиям. Блок-схема передающей секции показана на рис.2.2

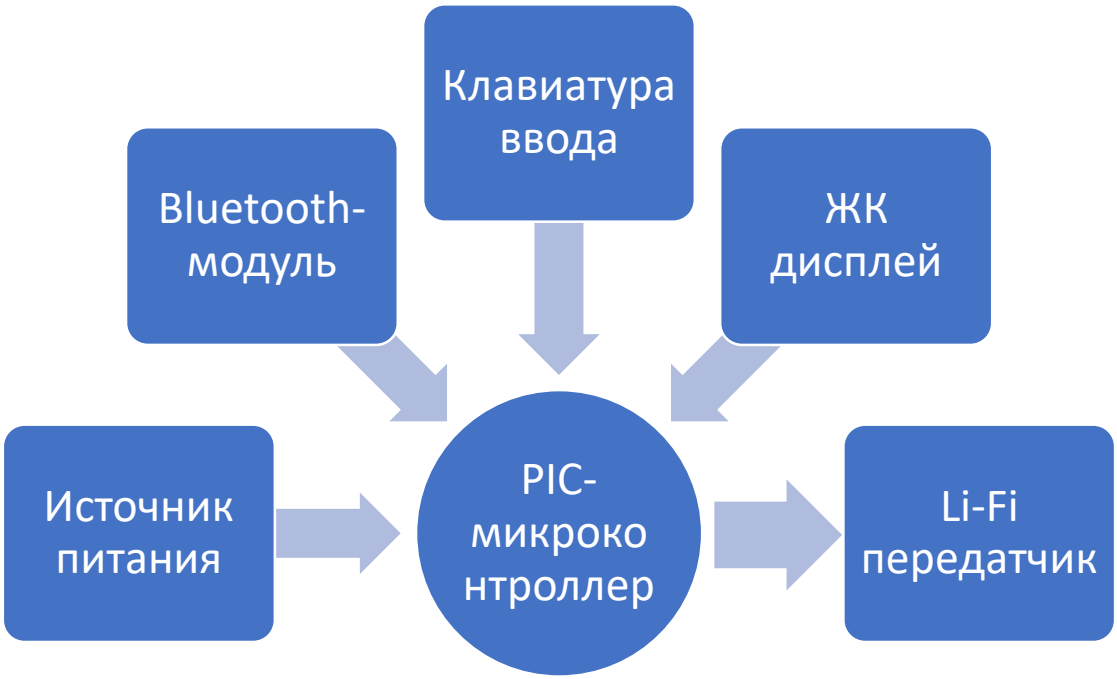


Рисунок 2.2- Блок-схема передающей секции

Блок питания предназначен для обеспечения необходимого напряжения питания блока микроконтроллера (9-12В). Клавиатура запрограммирована на отправку предопределенных данных и на выбор режима (т. е.) между ручным режимом и режимом Bluetooth. В ручном режиме сообщения или данные отправляются через клавиатуру, тогда как в режиме Bluetooth сообщения и данные отправляются через Bluetooth через ПК или мобильные телефоны. Передатчик li-fi состоит из белого светодиода, помещенного в корпус сходящегося луча для большей интенсивности и точности. Свет используется в качестве источника в технологии Li-Fi. В секции передатчика светодиод включается и выключается в зависимости от поступления двоичных данных. Через фотодетектор в приемной секции данные будут расшифрованы. Различные преимущества Li-Fi заключаются в простоте реализации, поскольку в ней используются только светодиод и фотодетектор. Он обеспечивает высокую безопасность данных, поскольку не может проникнуть сквозь металлические блоки или стены. В любой момент можно получить доступ к нескольким устройствам, что не приводит к перегрузке сетей.

Секция приема

Секция приема в основном состоит из фотодетектора (фотодиода), соединенного с микроконтроллером PIC, модема GPRS/GSM-IOT и модуля GPS для позиционирования. Блок-схема приемной секции представлена на рис.2.3

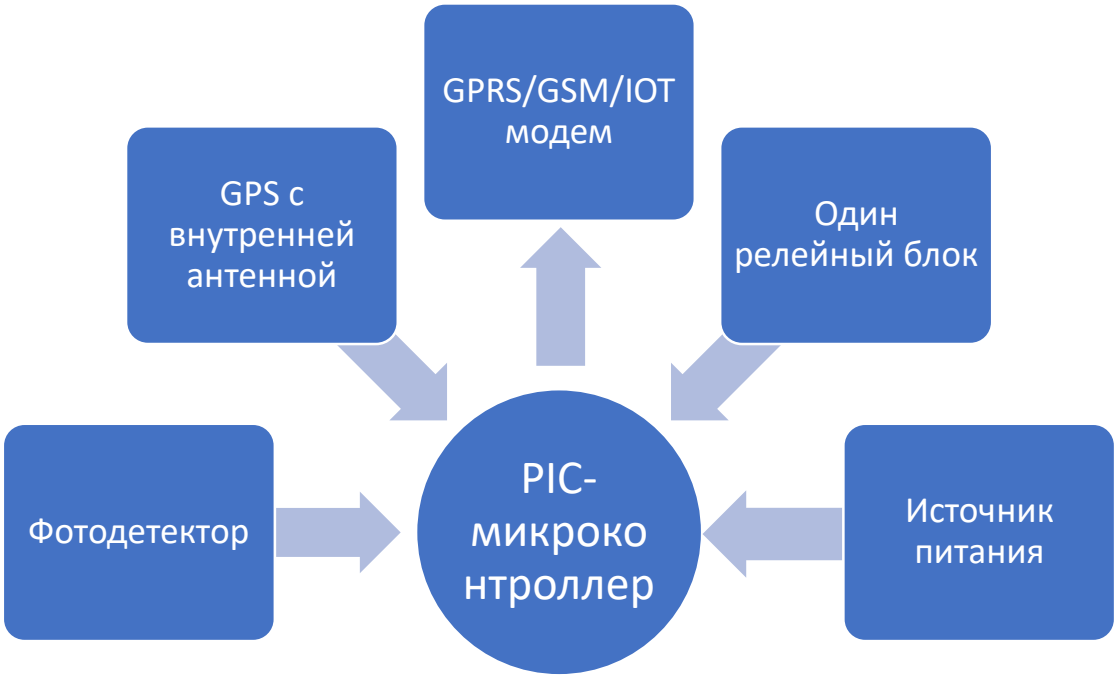


Рисунок 2.3- Блок-схема приемной секции

Фотодетектор используется для обнаружения поступающего сигнала, а сигнал обрабатывается микроконтроллером. Модуль GPS предназначен для GPS-слежения и позиционирования, который можно использовать для дальнейшего использования и в приложениях в реальном времени. Полученная информация вместе с GPS-местоположением затем отправляется в облако через модем GPRS/GSM - IOT, где информация принимается с указанием даты и времени прибытия и может использоваться для дальнейшей обработки, анализа и мониторинга.

Передатчик Li-Fi состоит из белого светодиода, помещенного в корпус с сходящимся лучом для большей интенсивности и точности. Подводный канал моделируется методом трассировки лучей. Окружающий шум, эффекты многолучевости и потери на поглощение определяются для короткого расстояния в 1 метр. Данные моделируются с использованием модуляции бинарной фазовой манипуляции, модулированные данные могут проходить через светодиод. В секции приема входящие данные демодулируются с использованием демодулятора BPSK, а данные извлекаются обратно надлежащим образом с помощью фотодетектора. Моделирование как передатчика, так и приемника выполняется с помощью MP-Lab и показано на рисунках 6 и 8. Аппаратная реализация выполняется с использованием микроконтроллера PIC для обработки данных, лампа мощностью 50 Вт и динамик Olud используются в качестве передатчика и приемника. Звуковой сигнал проходит через лампочку, и то же самое слышно через динамик без каких-либо шумов. Аппаратная реализация предлагаемой секции передатчика и приемника показана на рис. 2.5 и 2.7.

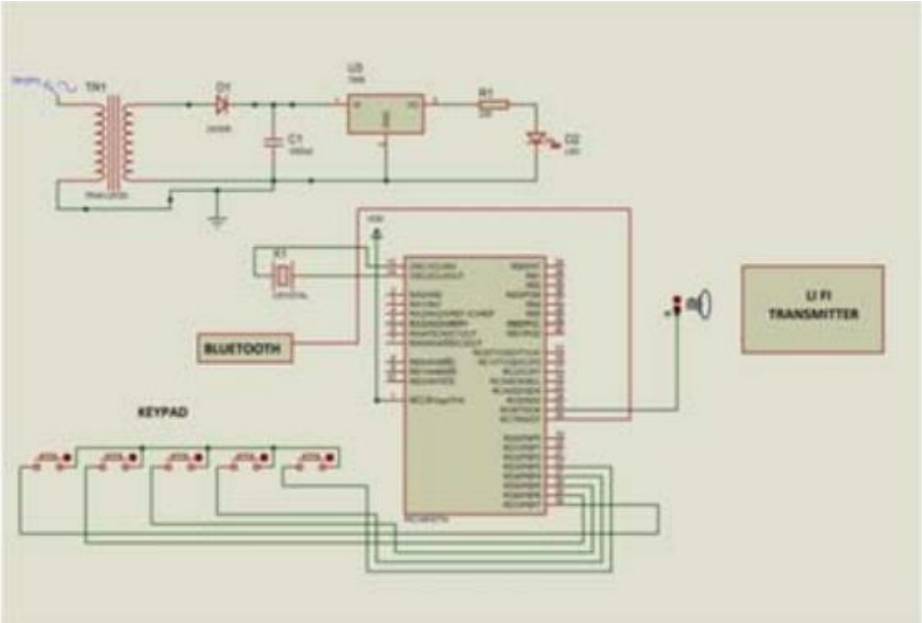


Рисунок 2.4- Принципиальная схема передающей секции

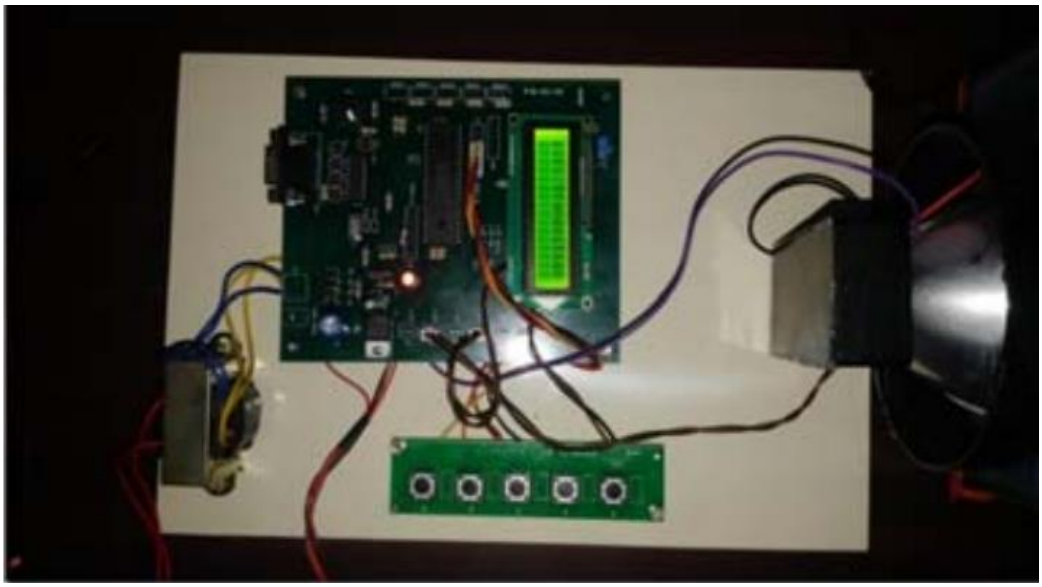


Рисунок 2.5- Наш прототип передающей секции.

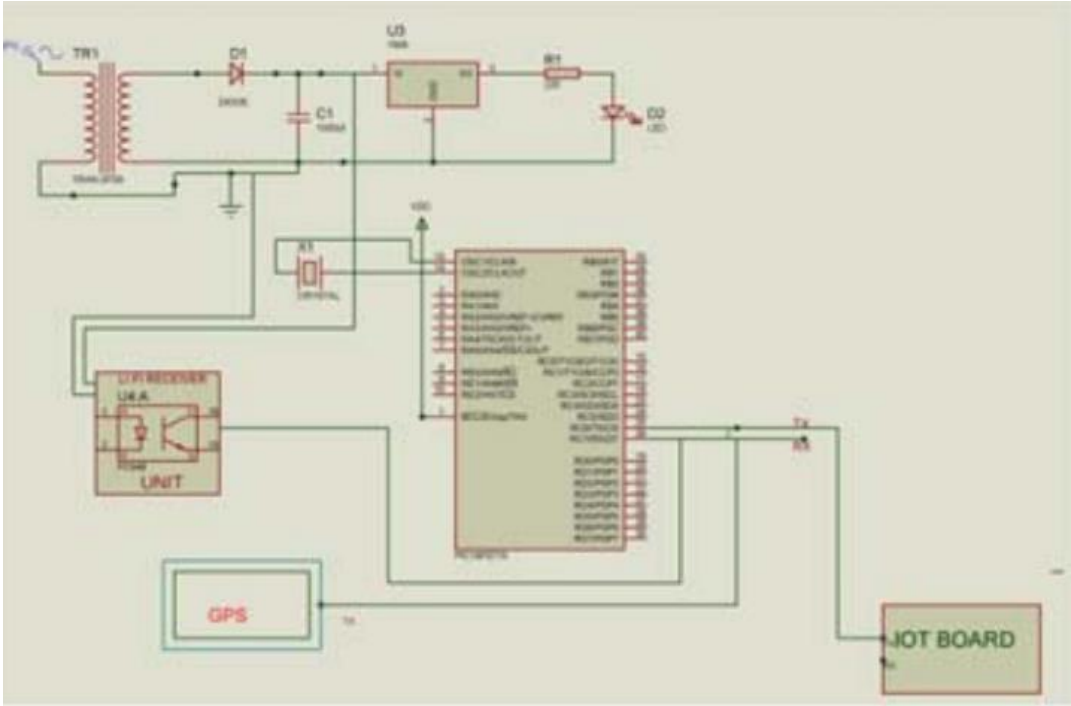


Рисунок 2.6- Принципиальная схема приемной секции

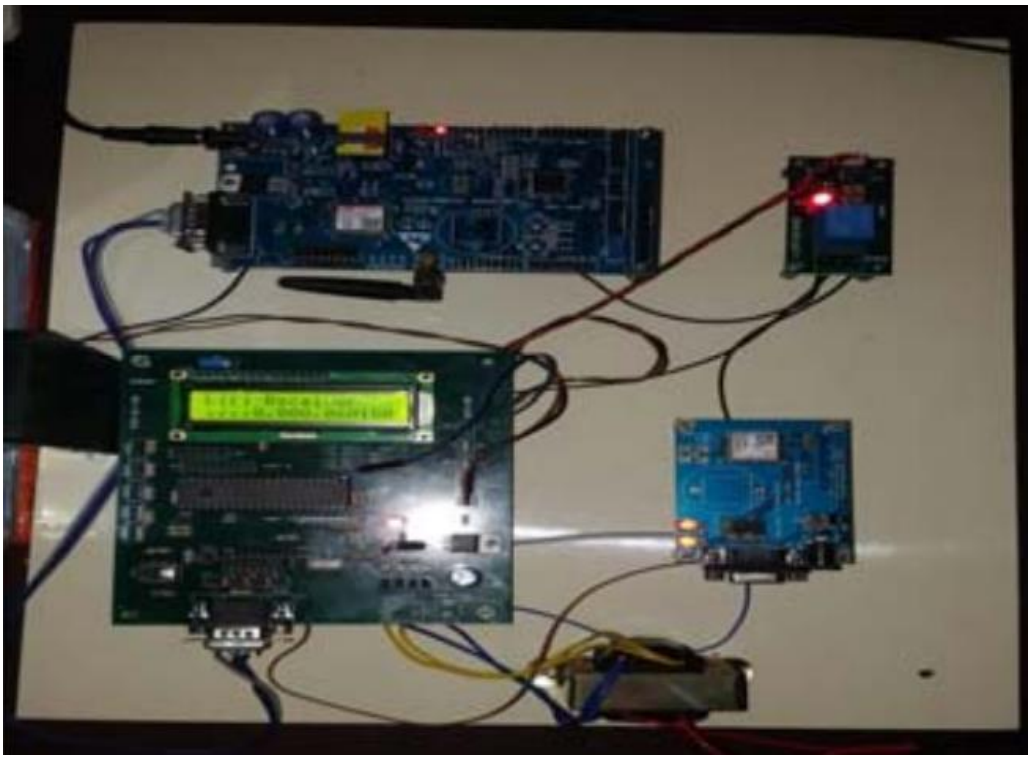


Рисунок 2.7-. Наш прототип приемной секции

Рисунок 2.8- Скриншот компиляции MP-LaB

Приемная секция в основном состоит из фотодетектора (фотодиода), соединенного с микроконтроллером PIC, модуля GPRS-IOT и модуля GPS для позиционирования, и это показано на рисунке 5. Целью фотодетектора является измерение входящего сигнала. сигнал и обрабатывается микроконтроллером. GPS-модуль предназначен для GPS-слежения и позиционирования. Полученная информация вместе с GPS-местоположением затем отправляется в облако через модуль GPRS-IOT, где информация принимается с указанием даты и времени прибытия и может использоваться для дальнейшей обработки, анализа и мониторинга. Моделирование секции приемника с помощью MP-Lab показано на рис. 8, а аппаратное обеспечение, реализованное в реальном времени, показано на рис. 9. Мощные светодиоды можно быстро включать и выключать, поскольку время реакции составляет менее одной микросекунды. Переход из состояния «включено» в состояние «выключено» на высоких частотах обеспечивает передачу данных. Схематическая диаграмма предлагаемой

системы с использованием MP-LaB показана на рисунке 10, а результат моделирования показан на рисунке 2.9.

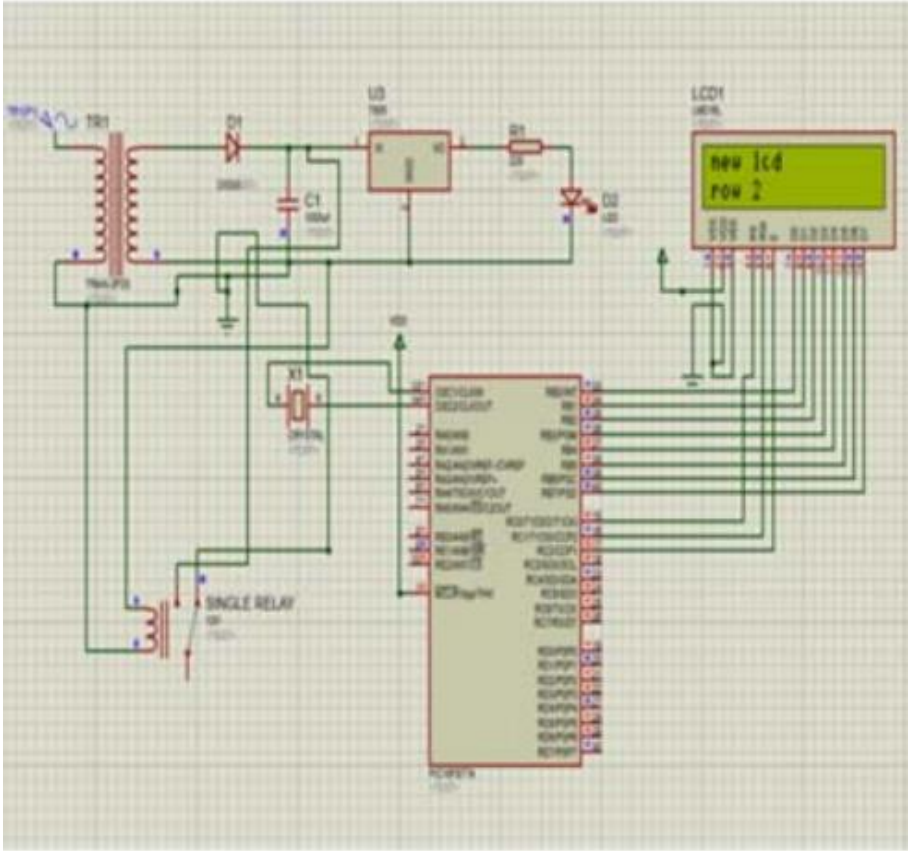


Рисунок 2.9- Принципиальная схема предлагаемой системы

Предлагаемая система удобна для пользователя и экономически эффективна по сравнению с другими методами, такими как ультразвуковая связь и акустическая связь. Различные другие приложения, в которых наша предлагаемая система будет применима, — это спасательные операции на море, безопасность рыбаков и патрулирование подводных лодок. Это не вредно для любого живого организма, такого как рыбы, дельфины и киты в океане. Аспекты безопасности и надежности предлагаемой системы намного лучше, чем существующая методология.

2.2 Теоретическое представление системы: цели и задачи

Как и каждая иная система, Li-Fi система обязана владеть собственные цели и задачки. Целью системы работает предоставление данных под водой. Под передачей данных имеет возможность быть в облике как предоставление собранной инфы установкой, например и вероятность дистанционного

управления установкой. Для данных целей приемник и передатчик обязаны быть направленны в подобное состояние и по способности так, дабы знак не встречал помех. Не обращая внимания на то, собственно, что система с LED сигналом в доктрине имеет возможность великолепно трудиться и с наличием преград и помех, система, работающая на инфракрасном излучении помех, не терпит и содержит большее численность несовершенств. Этим образом и складывается задача системы – обеспечивание передачи данных или же управления без утрат, которые имеют все шансы случится в итоге возникновения помех.

Возведение и схема системы обязаны доверять на цели и задачки. В предоставленной работе, главным моментом, влияющим на возведение системы, станет считаться то, собственно, что внедрение аппарата с Li-Fi станет происходить под водой, а означает, все особенности использования например же станут связаны с водной средой. Особенности водной среды станут рассмотрены ниже.

Как уже было произнесено раньше, система в общем облике дает собой приемник и приемник в облике фотодетектора, которые связываются с иным устройством сквозь световой канал – продаст модули сигнала, передаваемого с устройством или же ЭВМ, и передает его на светоотражающий устройство, который передает передачу сигнала сообразно избранному методике кодировки в облике мигания с частотой. Фотодетектор в приемнике «узнает» знак, его начинает декодировать и транслировать в исходном видео оператору ЭВМ, к которой подключена была система.

В случае если рассматривается двунаправленная система, обе стороны поддерживаются как приёмниками, например и передатчиками сигнала. Одним из превосходства подобный системы имеет возможность работать то, собственно, что знак от 1-го передатчика имеет возможность быть получен незамедлительно несколькими приемниками. Это превосходство возможно применить в случае, когда вполне вероятно возникновение препятствий или же помех на фоне применения, собственно, что значимо наращивает эффективность работы системы.

Собранная система станет работать как в аква среде, например и за пределами ее. Эффективность работы системы станет находиться в зависимости в первую очередь от осветительного устройства, а еще от способа обработки и передачи дынных. Методы шифровки и дешефровки данных в первую очередь находятся в зависимости от создателя системы, а еще от задачки, которую система постановляет.

ЕщеТакже важен метод модуляции сигнала. На этот момент наиболее благоприятными для применения в разработках Li-Fi считаются 3 известных оптических способа мультиплексирования с ортогональным частотным делением (OFDM), этих как оптический OFDM с неизменным током (DCO-OFDM), асимметрично купированный оптический OFDM (ACOOFDM) и униполярный OFDM (U-OFDM) для подводных оптических систем беспроводной связи.

Многочисленный доступ с частотным делением на 1 несущую (SCFDMA) имеет возможность достигать больше невысокого дела пиковой и средней мощности, чем OFDM, собственно что имеет возможность быть здорово и для подводной оптической беспроводной связи. Потому что светодиод считается устройством с ограниченной полосой частот, модуляция с несколькими несущими больше подходит для светодиодных систем UOWC. Мультиплексирование с ортогональным частотным делением каналов (OFDM) считается главным способом беспроводной связи 4G, который еще обширно применяется во множества приложениях.

В реальное время оптический OFDM заинтересовал большое количество интереса, как в академических кругах, например и в индустрии. Не например давным-давно было большое количество известных оптических способов OFDM, этих как DCсмещенный оптический OFDM (DCO-OFDM), асимметрично купированный оптический OFDM (ACO-OFDM) и униполярный OFDM (U-OFDM). Во избежание негативных сигналов, DCO-OFDM добавляет смещение DC к сначало двухполярным конкретным сигналам OFDM. Впрочем, потому что сигналы неизменного тока не имеют все шансы всецело освободиться от инфы с отрицательным смыслом, сигналы при нуле обязаны быть агрессивно обрезаны. ACO-OFDM и U-OFDM – не так давно предложенные оптически способы OFDM для модуляции интенсивности и систем обнаружения. Для ACO-OFDM для модуляции данных применяются лишь только нечетные частотные поднесущие, а четные частотные поднесущие поставлены в ноль. Этим образом, нулевые эффекты отсечения имеют все шансы лишь только установить помеху на четных поднесущих. В U-OFDM, смысла позитивной и отрицательной инфы переданы подряд; в следствие этого, практически никакое zero искажение отсечения.

Подводный оптически OFDM завлекал большое количество интереса изучения не так давно в облику такого собственно что OFDM способ избранного для такого дабы гарантировать скоростную передачу. Предложена сообразная работа на базе подводно-оптического ОФДМ. Ученые предположили экспериментальную демонстрацию, дабы продемонстрировать, собственно что подводный OFDM имеет возможность поддерживать скорость передачи данных до 15,36 Мбит / с для передачи 4 на 4 метра абсолютно без утрат, когда полоса пропускания светодиода оформляет 10 МГц. Применяя двухступенчатый лазерный диодик с длинноватой волны 405 нм с инжекционной блокировкой, скорость передачи данных имеет возможность достигать нескольких гигабит в секунду.

Потому чтоПоскольку информаторы света для оптической беспроводной связи нелинейны и имеют ограниченную мощность, идет по стопам принимать во внимание ампутация как нулевой, например и пиковой мощности.

2.3 Метод расчета потерь энергии светового сигнала в телекоммуникационной системе Li-Fi

К плюсам технологии Li-Fi для беспроводной передачи данных идет по стопам отнести огромную скорость передачи / способа данных, защищенность от умышленного сканирования индивидуальной инфы, высшую энергоэффективность, универсальность и помехозащищенность.

К дефектам системы включения к Онлайну сквозь Li-Fi относят узкий радиус воздействия и восприимчивость к прямым солнечным лучам, которые имеют все шансы делать помехи для передачи данных. Для расчета и моделирования системы к обсуждению было принято обычное офисное здание площадью 30,6 м2. Для сего здания был проведен расплата освещенности в согласовании с притязаниями Строй общепризнанных мерок и правил Русской Федерации, световой поток составил 21953 Лм. Этот световой поток имеет возможность быть снабжено беспечен с поддержкой 10 светодиодов мощностью 25 Вт. Для возведения системы связи и выбора мощности излучателя были произведены расплата энергетического бюджета и утрат, образующихся в процессе передачи излучения, а еще утрат в пластиковом волноводе, по которому излучение распространяется до переизлучающих фотодиодов. Данные издержки имеют мелкие смысла ввиду маленький протяженности участка и не считаются ведущими.

Для расчета утрат, образующихся при распространении оптического сигнала в атмосфере, был проведен ликбез литературы и обнаружены моменты, оказывающие воздействие на распространение сигнала изнутри помещений. Ведущими эффектами считаются многолучевость, обусловленная неоднократными отблесками оптических сигналов от стенок и иных объектов, дифракция на бессчетных острых кромках предметов, находящихся изнутри комнаты, и рассеяние. Эти эффекты делают трудную интерференционную структуру, крепко изменяющуюся при движении людей и иных объектов. Разнообразие критерий приводит к надобности применить кое-какие эмпирические модели, базирующиеся на бессчетных опытах по изучению критерий распространения оптических сигналов изнутри помещений.

Подобранная модель оптического канала связи, описанная формулой, разрешает принимать во внимание планировку строения, поглощение и отблеск применяемых строй материалов, а еще расстояние и длину волны, на которой случается излучение:

$$l_p = 10\left[\left(\frac{1}{2\pi d^2} + \frac{\sum S\bar{a}}{1-\bar{a}}\right)\left(\frac{\lambda^2}{4\pi}\right)\right]$$

где l_p— потери при распространении сигнала внутри помещения, дБ;

d — расстояние между передающей и приемной антеннами, м;

S —площадь рассматриваемого участка, м2;

α — средний коэффициент поглощения рассматриваемого участка;

λ— длина волны, м.

Расчет произведен для трех различных случаев: наибольший возможный средний коэффициент поглощения материалов, наименьший и для среднего значения. Результаты расчетов приведены в таблице 1.1

Таблица 1.1 Результаты расчета потерь и энергетического запаса канала связи

Параметры оценки потерь сигнала	Расчетные значения		
Средний коэффициент поглощения	0,9	0,5	0,3
Потери L_p, дБ	149,26	146,48	139,26
Энергетический запас, дБ	14,74	17,52	24,74

Для оценки пределов работоспособности системы нужно изучать высококачественные свойства принимаемого сигнала в зависимости от применяемого на подобии кодировки и модуляции с поддержкой динамического моделирования. Для проведения моделирования рассматриваемой сети была выбрана среда OptiSystem, позволяющая задумывать, опробывать и моделировать современные оптические сети. С учетом раньше приобретенных начальных данных была построена схема участка системы связи, представленная на рисунке 2.9

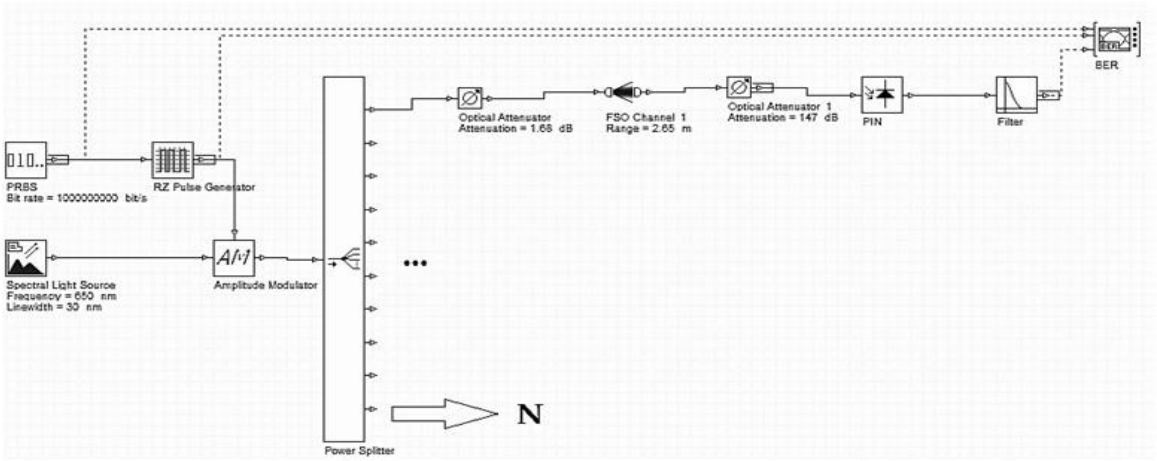


Рисунок 2.9 - Схема предлагаемой системы связи в среде OptiSystem

В предоставленной схеме в качестве излучателя применяется вещество Spectral Light Source, позволяющий моделировать всевозможные информаторы света, в что количестве и светодиоды. Заданы исходные свойства: рабочая длина волны 650 нм, мощность 250 Вт (53,98 дБм), а еще ширина полосы излучения 30 нм как маловероятная для излучающего светодиода. В состав передатчика входят модулятор, генератор псевдослучайной двоичной очередности битов, позволяющий задавать скорость работы системы (изначально установлена скорость 1 Гбит/с на канал), и генератор кода.

При построении схемы было выбрано RZ-кодирование, например, как тест зарекомендовал, собственно что при предоставленном кодировке принимаемый

знак содержит больше высочайшие характеристики свойства, чем при кодировке NRZ. В качестве модулятора был избран амплитудный модулятор, потому что при схожих критериях работы он гарантирует наилучшие характеристики свойства работы системы.

Модуляторы Маха — Цендера и электроабсорбционный модулятор еще обеспечивают достаточные для устойчивой работы системы Q-фактор и коэффициент промахов BER, но имеют больше сложное прибор и высшую цена по сопоставлению с амплитудным модулятором. 1-ый аттенюатор дает собой издержки, приходящиеся на распространение в пластиковом волноводе, равные 1,68 дБ. Канал FSO моделирует распространение в свободном месте, а 2 аттенюатор моделирует издержки при многолучевом распространении, рассчитанные по формуле (1) и равные 146,48 дБ. На предоставленной модели было изучено воздействие мощности излучателя на знак с поддержкой BER-анализатора, позволяющего изготовить двухступенчатую оценку свойства принимаемого сигнала.

Коэффициент промахов BER считается главным показателем свойства цифровых систем передачи. Любой сетевой стереотип содержит конкретное допустимое смысл BER, и лишь только в что случае, в случае если BER не выше допустимое смысл, работа системы является обычной. Для технологии Li-Fi сведениям допустимым смыслом считается 10–5. Кроме частоты появления промахов, этот анализатор разрешает квалифицировать Q-фактор — параметр, отражающий качество сигнала цифровой системы передачи. Смысла Q-фактора по итогам моделирования приведены на рисунке 2.10.

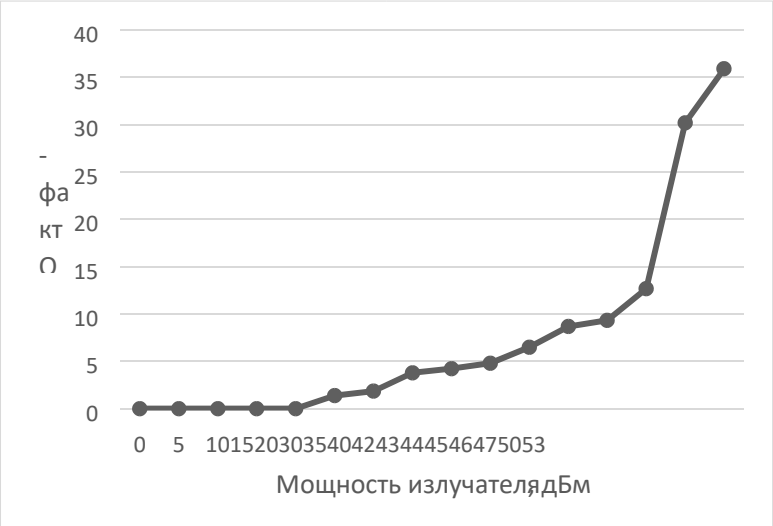


Рисунок 2.10 - Зависимость Q-фактора от мощности излучателя

Значения коэффициента ошибок BER представлены в таблице 3.

Таблица 1.2- Зависимость коэффициента ошибок BER от пропускной способности

Величина	Измеренное значение							
Мощность, дБм	35	40	42	43	44	45	46	47
BER	0,028	6,80E-05	8,60E-06	7,50E-07	3,89E-11	1,81E-18	4,73E-21	3,09E-37

Из итогов моделирования возможно устроить вывод, собственно что предлагаемая система связи разрешает гарантировать стойкую работу при скоростях, достигающих 10 Гбит/с.

Этим образом, предложенная система считается на техническом уровне действенной и экономически целесообразной, решая незамедлительно 2 задачки: освещенность здания, а еще организация каналов связи пропускной возможностью до 10 Гбит/с с BER, не превосходящим 10–5. Беря во внимание приобретенные итоги, возможно болтать о использовании типовых светодиодных излучателей для организации беспроводной сети абонентского доступа с высочайшей пропускной возможностью, защищенностью и помехоустойчивостью, тем более при наличии большущего количества электрических помех.

3 РАСЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ LIFI ПОД ВОДОЙ

3.1 Расчет влияния оптико-физических свойств воды на работу системы

Рабочим расстоянием принято считать расстояние, пройденное лучом света сквозь толщу воды при котором напряженность выходного светового струи, станет более или же равна половине интенсивности входного струи. Первопричина считать это расстояние трудящимся, закачается в том, собственно, что при интенсивности выходного струи равной меньше чем половине входного струи станет критичным для обработки промахов.

Напряженность светового струи передовых осветительных систем, принятых за трудящиеся для Li-Fi технологии замерить нельзя по основанию такого, собственно, что фон меняется с высочайшей частотой, в соответствии с этим довольно мелким временем шатаний, которые современные приемники шатаний возделывать не имеют все шансы. В следствие этого в качестве интенсивности светового струи на этот момент принято считать световую ответную реакцию.

Световая отдача (η)– это отношение излучаемого источником светового струи к потребляемой им мощности измеряется в люменах на ватт (лм/Вт) коротая рассчитывается по формуле:

$$\eta = \Phi v/P$$

Где Φv– световой поток, излучаемый осветительным устройством, а P – потребляемая им мощность. Этим образом, нормальные LED с различными световыми струями и различной мощностью станут подавать различные световые отдачи. В таблице 4 представлены характеристики светоотдачи на для различных диодов с различной потребляемой мощностью и различным световым потоком. Проанализировав таблицу, создатель приходит к выводу, собственно, что наиболее действенными осветительными устройствами станут считаться LED со световым потоком в 2000 люменов, в 10000 люменов и в 100000 люменов, например, как потребляемая ими мощность довольно мала собственно что бы получить большущий показатель световой отдачи.

Таблица 1.3 - Таблица расчета световой отдачи для разных ОП

Люмены	Минимальная мощность (Вт)	Максимальная мощность (Вт)	Максимальная световая отдача	Минимальная световая отдача
1000	8	20	125,00	50,00
2000	10	27	200,00	74,07
3000	20	35	150,00	85,71
4000	25	50	160,00	80,00
5000	30	90	166,67	55,56
10000	45	150	222,22	66,67
100000	300	500	333,33	200,00

Расчет рабочего расстояния проводился по закону Бугера-ЛамбертаБера, где интенсивность входящего потока (I0) света и потока света на выходе (I(l)) заменена световой отдачей на входе (η0) и на выходе (η(l)):

$$n(l) = n_0 \cdot e^{k_\lambda L}$$

Где: $\kappa\lambda$ – показатель поглощения (не путать с безразмерным показателем поглощения κ, который связан с $\kappa\lambda$ формулой $\kappa\lambda = 4\pi\kappa\ \lambda$, где λ – длина волны).

Результаты расчетов для наиболее эффективных ОП представлены в таблице 5.

Таблица 1.4 – Расчет расстояния работы эффективных осветительных приборов

Интенсивность входящего потока (световая оттдача (Лм/Вт)	Расстояние (м)	κλ (на длинне волны 494 мкм)	Интенсивность выходячщего потока (световая отдача (Лм/Вт))
200	0,1	0,027	199,46
	0,5		197,32
	1		194,67
	1,2		193,62
	1,4		192,58
	1,5		192,06
	1,6		191,54
	1,8		190,51
	2		189,49
	2,2		188,47
	2,4		187,45
	2,5		186,95
	↕	↕	↕
	19		119,74
	19,2		119,09
	19,4		118,45
	19,6		117,82
	19,8		117,18
	20		116,55
	20,2		115,92
	20,4		115,30
	20,6		114,68
	20,8		114,06
	21		113,44
	21,2		112,83

	21,4		112,23
	21,6		111,62
	21,8		111,02
	22		110,42
	22,2		109,83
Интенсивность входящего потока (световая оттдача (Лм/Вт)	Расстояние (м)	кλ (на длинне волны 494 мкм)	Интенсивность выходячщего потока (световая отдача (Лм/Вт))
222,22	0,1	0,027	221,62
	0,5		219,24
	1		216,30
	1,2		215,14
	1,4		213,98
	1,5		213,40
	1,6		212,82
	1,8		211,68
	2		210,54
	2,2		209,40
	2,4		208,28
	2,5		207,72
	⇕	⇕	⇕
	22,6		120,72
	22,8		120,07
	23		119,42
	23,2		118,78
	23,4		118,14
	23,6		117,50
	23,8		116,87
	24		116,24
	24,2		115,62
	24,4		114,99
	24,6		114,37
	24,8		113,76
	25		113,14
	25,2		112,54
	25,4		111,93
	25,6		111,33
	25,8		110,73

Продолжение таблицы 1.4

Интенсивность входящего потока (световая оттдача (Лм/Вт)	Расстояние (м)	кλ (на длинне волны 494 мкм)	Интенсивность выходячщего потока (световая отдача (Лм/Вт))
333,33	0,1	0,027	332,43
	0,5		328,86
	1		324,45
	1,2		322,70
	1,4		320,97
	1,5		320,10
	1,6		319,24
	1,8		317,52
	2		315,81
	2,2		314,11
	2,4		312,42
	2,5		311,57
	↕	↕	↕
	22,8		180,10
	23		179,13
	23,2		178,17
	23,4		177,21
	23,6		176,26
	23,8		175,31
	24		174,36
	24,2		173,42
	24,4		172,49
	24,6		171,56
	24,8		170,64
	25		169,72
	25,2		168,80
	25,4		167,89
	25,6		166,99
	25,8		166,09
	26		165,20

Проанализировав данные из таблицы можно сделать вывод, что системы, построенные на ОП со световой отдачей 200 Лм/Вт, 222 Лм/Вт и 333 Лм/Вт могут безошибочно работать на расстояния до 26 метров. В таком случае применение системы будет являться оправданным.

3.2 Расчет пропускной способности сетей Li-Fi

Согласно теореме Шеннона – Хартли, пропускная способность C (верхняя граница скорости передачи), равна данной средней мощности сигнала S, который можно передать через аналоговый канал связи подверженный аддитивному белому гауссовскому шуму N.

$C = B \cdot log_2(1 + S/N)$,

где C – на тему пускная способность канала, бит/с;

B – полоса на тему пускания, Гц;

S – полная мощность сигнала над полосой на тему пускания, Вт; N – полная шумовая мощность над полосой на тему пускания, Вт.

В VLC технологии используются RGB светодиоды, поэтому у нас наличествует 3 полосы на тему пускания: $BR + BG + BB$. Диапазон по всей видимости света распределяется на:

Фиолетовый – 790-680 ТГц; голубой – 680-620 ТГц; голубой – 620-600 ТГц; зеленоватый – 600-530 ТГц; желтоватый – 530-510 ТГц; оранжевый – 510-480 ТГц; алый – 480-400 ТГц. Отсюда идет по стопам, собственно, что (теоретически) общая полоса на тему пускания составляет: 60 + 70 + 80 = 210 (ТГц).

Однако на практике со временные светодиоды имеют доминантную длину волны не выше 8нм. Так, например, излучение используемого светодиода LXML-PWC1-0120 у синего света имеет длину волны о т 460 до 465 нм, зелёного – о т 530 до 535 нм, красного – о т 620 до 630 нм. Следовательно, можно определить ширину полосы пропускания светодиодов для каждого света.

$$B_B = \frac{\vartheta}{\lambda_{B\,min}} - \frac{\vartheta}{\lambda_{B\,max}} = \left(\frac{299792458}{460 - 10^{-9}} - \frac{299792458}{465 - 10^{-9}}\right) * 10^{12} = 7\ (T\text{Гц})$$

$$B_G = \frac{\vartheta}{\lambda_{G\,min}} - \frac{\vartheta}{\lambda_{G\,max}} = \left(\frac{299792458}{530 - 10^{-9}} - \frac{299792458}{535 - 10^{-9}}\right) * 10^{12} = 5.3\ (T\text{Гц})$$

$$B_G = \frac{\vartheta}{\lambda_{G\,min}} - \frac{\vartheta}{\lambda_{G\,max}} = \left(\frac{299792458}{530 - 10^{-9}} - \frac{299792458}{535 - 10^{-9}}\right) * 10^{12} = 5.3\ (T\text{Гц})$$

где υ – скорость электромагнитной волны в вакууме, м/с;

$\lambda B\ min$ – минимально е значение длины волны светодиода с излучением синего цвета, нм;

$\lambda B\ max$ – максимально е значение длины волны светодиода с излучением синего цвета, нм;

$\lambda G\ min$– минимально е значение длины волны светодиода с излучением зелёного цвета, нм;

$\lambda G\ max$ – максимально е значение длины волны светодиода с излучением зелёного цвета, нм;

$\lambda R\ min$ – минимально е значение длины волны светодиода с излучением красного цвета, нм;

$\lambda R\ min$– максимально е значение длины волны светодиода с излучением красного цвета, нм.

Следовательно

$$B_R + B_G + B_B = 7{,}7 + 5{,}3 + 7 = 20 \text{ (ТГц)}.$$

Мощность сигнала S, то есть в предоставленном случае световая мощность в соответствующем струе излучения оценивается световым потоком Ф. Светодиодный модуль белоснежного света SP-02-W4 фирмы SinkPAD, содержит исходный светов й поток в 800 лм.

$$S_0 = \Phi_0 = 800 \text{ (лм)},$$

где $S0$ – начальная мощность сигнала, лм;

Ф0– начальное значение светового потока, лм.

Искусственное и природное освещение, загазованность воздуха являются основными видами помех и шумов в VLC. Они влияют на уровень освещенности, поэтому его можно использовать для нахождения уровня шума. Начальное значение светового потока Ф0 может быть выражено в люксах как единица освещённости, так как 1 люкс равен освещённости поверхности площадью 1 м² при световом потоке падающего на неё излучения, равно м 1 лм:

$$E_0 = \frac{\Phi_0}{1} = 800 \text{ (лк)}$$

Зная исходное значение светового потока,
можно определить силу света

$I = \frac{\Phi_0}{}$,

где ω – телесный уго л.

Также известно, что телесный угол привершине
прямого кругового конуса с углом раствора 2·α равен
$\omega = 2\pi \cdot (1 - \cos(\alpha))$,

$$I = \frac{\Phi_0}{2\pi(1-\cos(\alpha))}.$$

Этим образом, возможно квалифицировать подневольность мощности света передатчика данных Li-Fi в что или же другой точке, о т расстояния и угла до принимающего оборудования по формуле

$$S_n = \frac{I}{r_n^2}\cos(i_n),$$

где r_n – расстояние между передатчиком и приемником Li-Fi, м;

i_n – уго л падения лучей света относительно нормально передатчика к приемнику Li-Fi, рад.

Зная, что мощность шума N в данном случае может оцениваться как уровень общей освещенности $E_{о\ бщ}$, ко то рая со держит в себе искусственную освещенность $E_{иск}$, а так же естественную освещенность $E_{ест}$ и отраженную (глянцевые поверхности, белые стены, зеркала и др.) освещенность $E_{о\ тр}$

$$N = E_{о\ бщ} = E_{ест} + E_{иск} + E_{о\ тр} =$$

$$= \frac{I_{ест}}{r_{ест}^2}\cos(i_{ест}) + \frac{I_{иск}}{r_{иск}^2}\cos(i_{иск}) + \frac{I_{о\ тр}}{r_{о\ тр}^2}\cos(i_{о\ тр}),$$

где $I_{ест}$ - сила света естественных источников света, кд;

$r_{ест}^2$ -расстояние до естественных источников света, м;

$i_{ест}$ - угол падения лучей естественных источников света относительно нормали к поверхности, рад;

$I_{иск}$ - сила света искусственных источников света, кд;

$r_{иск}^2$ -расстояние до искусственных источников света, м;

$i_{иск}$ - угол падения лучей искусственных источников света относительно нормали к поверхности, рад;

$I_{о\ тр}$ - сила отражённого света, кд;

$r_{о\ тр}^2$-расстояние до источника отражённого света, м;

$i_{о\ тр}$ -угол падения лучей отражённого света относительно нормали к поверхности, рад.

Впрочем, на практике в системах VLC для передачи сигнала абоненту, применяется не целый диапазон в 20ТГц, а только небольшая его доля, деля его этим образом для передачи данных иным абонентам. Например же скорость передачи находится в зависимости от светодиодов, а вернее от очень максимально вероятной скорости их мигания (то есть та, за пределами которой светодиоды выходят из строя) и скорость восприятия данных приемного прибора (фотодиода). В реальное время на практике, при применении оснащения фирмы pureLiFi для дуплексной связи, лимитирование пропускной возможности канала сеток Li-Fi формирует внедрение технологии Giga-IR (гигабитное инфракрасное излучение) для оборотной связи, которая владеет пропускной возможностью в 1 Гбит/с.

Помеха безопасности оптического канала связи возможно квалифицировать по надлежащейследующей формуле

$$A = 10I * \cos\arccos log_{10}\frac{S_{min}}{N},$$

где A – уровень помехозащищенности оптического канала связи, дБ;

S_{min} – минимальная мо щно сть света, лм. Высо ко е значение A о значает низко е влияние шума на сигнал.

Для последующих примеров расчетов для наглядности пропускная дееспособность канала станет выражаться в Мбит/с в логарифмическом масштабе, угол падения лучей света о т передатчика к источнику в градусах, с шириной полосы пропускания в 1 ТГц, в помещении освещенностью в 400лк о т искусственного происхождения источников света и 100лк от натурального освещения и коэффициентом отблеска внутренних плоскостей здания равным 0,5, а например же станут применяться иные облики светодиодов с разными показателями силы света, при B = 1ТГц, = 700лм, представлены на рисунке 3.1

Зависимость пропускной способности сети Li-Fi от расстояния при различных по казателях силы света (30кд, 100кд, 270кд, 500кд, 700кд и1000кд), ширины полосы пропускания равной 1 ТГц и о бщей о свещенно сти равно й 700 люкс, приведены в таблицах 5 и 6.

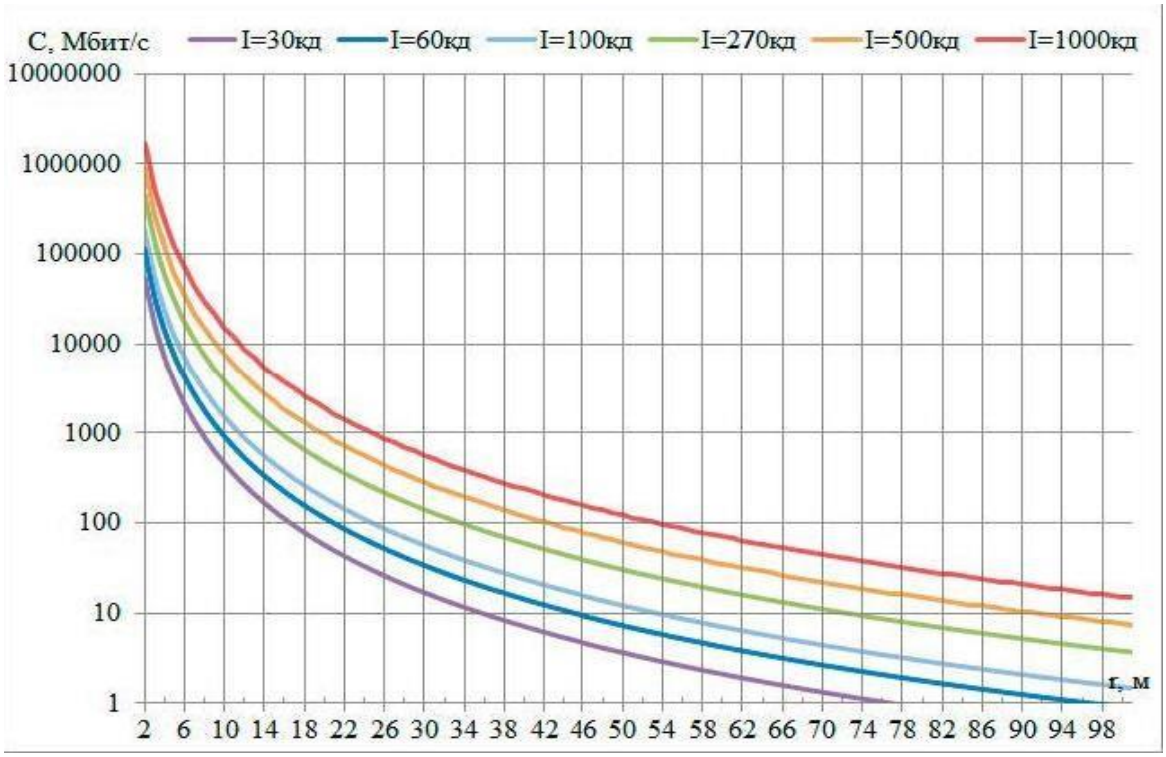


Рисунок 3.1- Зависимость пропускной способности сети VLC

Таблица 1.5 -Зависимость пропускной способности сети Li-Fi от расстояния r при различных показателях I, B = 1 ТГц, $E_{о\ бщ}$ = 700 лк

I = 30кд			I = 100кд			I = 270кд		
r,м	$i_{,}^{0}$	C, Мбит/с	r,м	$i_{,}^{0}$	C, Мбит/с	r,м	$i_{,}^{0}$	C, Мбит/с

2	25	5702,15	2	25	5702,15	2	25	5702,15
3	30	1694,29	3	30	1694,29	3	30	1694,29
4	35	711,85	4	35	711,85	4	35	711,85
5	40	388,64	5	40	388,64	5	40	388,64
8	45	210,12	8	45	210,12	8	45	210,12
11	50	103,92	11	50	103,92	11	50	103,92
14	55	70,34	14	55	70,34	14	55	70,34
17	60	54,19	17	60	54,19	17	60	54,19
20	65	30,74	20	65	30,74	20	65	30,74
25	70	16,18	25	70	16,18	25	70	16,18
30	75	7,3	30	75	7,3	30	75	7,3
35	80	3,75	35	80	3,75	35	80	3,75
40	85	1,65	40	85	1,65	40	85	1,65

Таблица1.6- Зависимость пропускной способности сети Li-Fi от расстояния r при различных показателях I, В = 1 ТГц, $E_{о\ общ}$ = 700 лк

I = 500кд			I = 700кд			I = 1000кд		
r,м	$i_{,}^{0}$	С, Мбит/с	r,м	$i_{,}^{0}$	С, Мбит/с	r,м	$i_{,}^{0}$	С, Мбит/с
2	25	89890,26	2	25	89890,26	2	25	89890,26
3	30	27755,65	3	30	27755,65	3	30	27755,65
4	35	11835,73	4	35	11835,73	4	35	11835,73
5	40	6081,93	5	40	6081,93	5	40	6081,93
8	45	3525,13	8	45	3525,13	8	45	3525,13
11	50	2221,94	11	50	2221,94	11	50	2221,94
14	55	1489,43	14	55	1489,43	14	55	1489,43
17	60	1046,77	17	60	1046,77	17	60	1046,77
20	65	762,04	20	65	762,04	20	65	762,04
25	70	573,77	25	70	573,77	25	70	573,77
30	75	441,31	30	75	441,31	30	75	441,31
35	80	347,97	35	80	347,97	35	80	347,97
40	85	278,78	40	85	278,78	40	85	278,78

График областей пропускной возможности сеток Li-Fi при различных параметрах силы света показан на рисунке 3.2. Подневольность помехозащищенности оптического канала связи сети Li-fi от расстояния и всевозможных показателях силы света показан на рисунке 3.3

Подневольность помехозащищенности о т расстояния меж передатчиком и приемником в сети Li-Fi помещении с высотой потолка 3,4 м, на котором находится передатчик, и высотой рабочего стола 1 м, на котором находится приемник, станет определена для 2-ух случаев:

а) при большенном смысле силы света светодиодного излучателя в 600 кд с ламбертовской диаграммой направлении светового излучения и при

высочайшем смысле находящейся вокруг освещенности (100 лк о т натуральных источников света и 400 лк от искусственного происхождения источников, коэффициент отблеска 0,5);

б) при небольшом смысле силы света светодиодного излучателя в 30 кд с ламбертовской диаграммой направлении светового излучения и при высочайшем смысле находящейся вокругокружающей освещенности (100 лк о т натуральных источников света и 400 лк от искусственного происхождения источников, коэффициент отблеска 0,5).

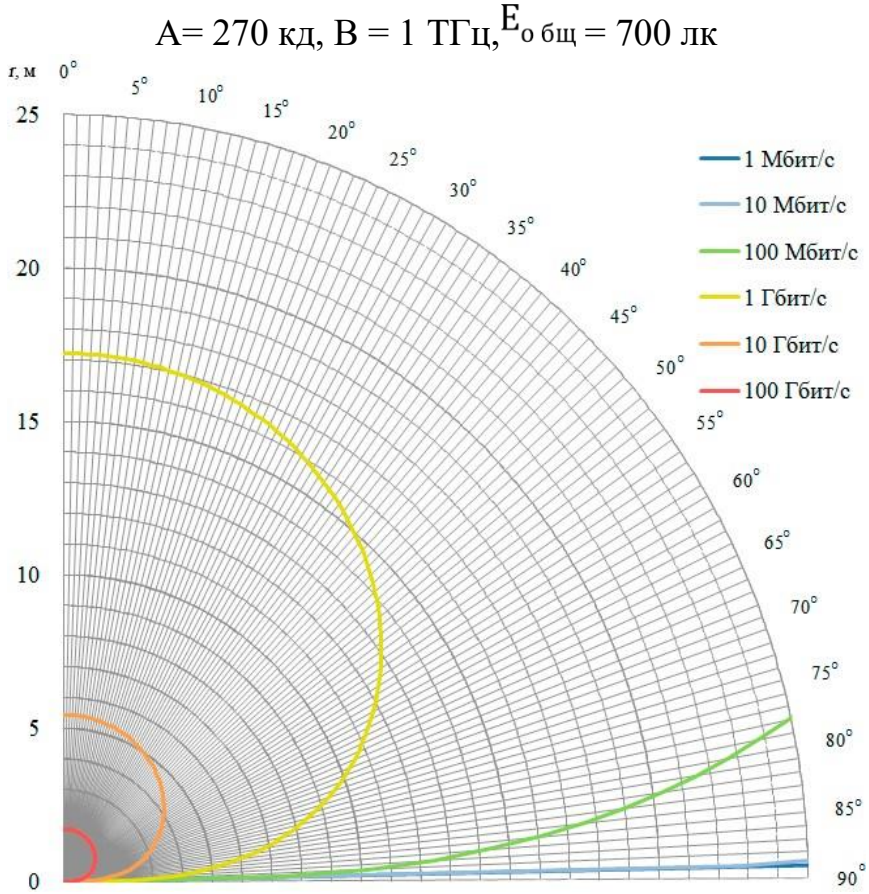


Рисунок 3.2 - Области различно й пропускной способности сети Li-Fi при I

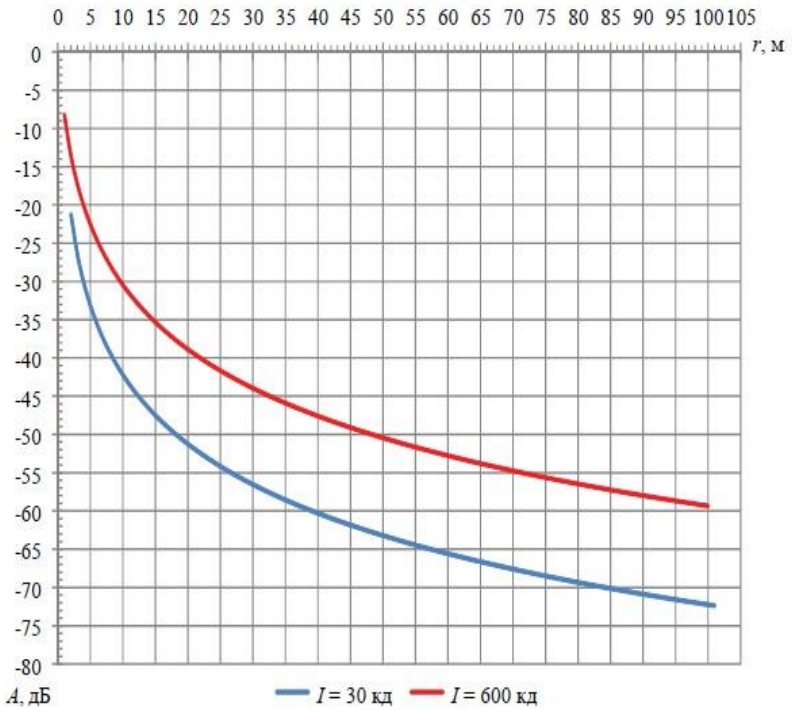


Рисунок 3.3 - Зависимость помехозащищенности оптического канала сети Li-Fi от расстояния r, при = 700 лк

3.3 Расчеты проектирование Li-fi технологии на зоне Каспийского моря

Каспийское море омывает западную часть Казахстана. Название моря связано с каспийскими племенами, с незапамятных времен населявшими его берега. Оно имело такие названия, как Гирканское, Хазарское, Хвалынское. Первые упоминания о Каспийском море и его племенах были в трудах Геродота. Документ о посещении русскими мореплавателями Каспийского моря и их плавании датируется IX-X веками. В начале XVIII века Петр I начал постоянные исследования Каспийского моря (экспедиции А. Бековича-Черкасского и др.). Затем Соймонов И.Ф., Ивашинцев Н.А., Паллас П.С., Гмелин С.Г., Карелин Г.С. и другие исследовали Каспийское море.

Каспийское море вытянуто с севера на юг на 1200 км; средняя ширина 320 км, длина береговой линии около 7000 км (из них 6000 км по территории России и других стран). Площадь акватории составляет 371 000 кв. км; уровень моря ниже уровня океана на 28,5 (1971 г.). Максимальная глубина 1025 м (в южной части); казахстанская часть неглубокая, глубина северного Каспия около 15-20м. Наиболее крупные заливы: Комсомолец, Мангышлакский (Магыстау), Кендерли, Казахский, Кара-Богас-Гол и др. Общая территория 50 островов составляет около 350 кв. км. Реки Волга, Урал и Эмба впадают в Каспийское

море с северной стороны. По рельефу дна и гидрологическим особенностям можно выделить Северный, Средний и Южный Каспии.

Каспийское море пересекает несколько климатических зон: в северной части - континентальную, в западной - умеренно-теплую, в юго-западной - влажно-субтропическую, на востоке - сухостепную. Северная часть отличается резкой изменчивостью температуры воздуха и недостатком атмосферных осадков. В северной и средней частях в октябре-апреле ветер дует с востока, в мае-сентябре муссонный ветер дует с северо-западной части на юг, на восточной средней части, в северо-западной и северной частях это такие ветры, скорость которых превышает 24 м/с.

Средняя температура июля и августа +24+26°С, абсолютный максимум +44°С на востоке. В зимние месяцы температура изменяется от -10°С на севере до -12°С на юге. Над морем выпадает около 200 мм атмосферных осадков. Среднее значение испарения составляет 1000 мм в год. Средняя температура поверхности воды +24+26°С летом, в южной части +29°С. Средняя температура воды на севере зимой -0,5°С, в средней части от -3°С до -7°С, на юге -8-10°С. На севере поверхность воды замерзает с ноября по март, толщина льда достигает 2 м.

Средняя соленость воды 12,7-12,8%, на восточном побережье 13,2%, в ближайших частях Волги и устья Урала 0,1-0,2%. Уровень моря иногда поднимается на 2-2,5м и опускается до 2м. Общее сезонное колебание составляет около 30 см. Известно, что самый низкий уровень моря был в VII-XI веках (на 2-4 метра ниже, чем сейчас). Последнее падение уровня моря продолжалось с 1929 по 1057 год.

Падение уровня моря связано с засушливым климатом и строительством на реке крупнейших гидротехнических и ирригационных сооружений. Флора и фауна Каспийского моря сравнительно бедны. Здесь обитает более 500 видов растений, 854 вида рыб и животных, несколько видов водоплавающих птиц. Вблизи Каспийского моря расположены крупные населенные пункты, такие как: Гурьев, Шевченко, Эралиев, Балыкши, Ганушкино и др. и важные экономические районы.

46°14'29.0"N 52°01'49.9"E координаты Каспийского моря, которые мы взяли как зону для применения в качестве исследования и расчета данных по методу закона по закону Бугера-ЛамбертаБера.

Рассмотрим Каспийское море с точки зрения показателя ослабления, так как этот показатель мы принимаем за основной – через него можно узнать остальные интересующие нас факторы. Для наглядности рассмотрим графическое представление.

Характер вертикального распределения показателя ослабления на разрезах обусловлен гидрологической структурой и динамикой вод. Для начала рассмотрим данные.

На разрезе по 43°30' через западный циклонический круговорот (рис. 7) такая связь наглядно проявляется на пограничном слое, положение которого связано с вертикальным распределением плотности воды. Глубина залегания

этого слоя, в соответствии с куполообразной структурой изопика в циклоне, уменьшается от периферии к центральной части круговорота со 110 м до 90 м. В центре круговорота слой исчезает.

Рисунок 7 – Вертикальное распределение показателя ослабления направленного света ε.

1/м (λ=465 нм) на разрезе по 43°30` с.ш, через западный циклонический круговорот.

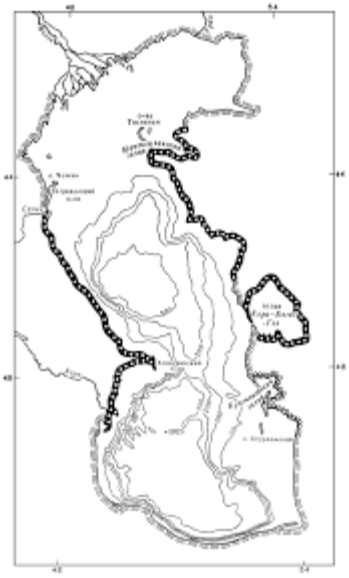


Рисунок 3.4. Контурная карта Каспийского моря

Так как основным слоем для проведения работ является поверхностный слой, необходимо не в последнюю очередь рассмотреть средние показатели для этого слоя. В качестве основных данных для анализа были использованы данные на глубине в 5-10 метров.

В процессе жизнедеятельности клетка несколько раз сбрасывает известковые пластины – кокколиты, что приводит к многократному возрастанию количества крупной минеральной взвеси в воде и, как следствие, к увеличению рассеяния света без существенного увеличения поглощения. Слабая спектральная селективность рассеяния на крупных частицах приводит к тому, что вода приобретает характерный белесый оттенок, по которому цветение кокколитофорид можно обнаружить визуально. Рост же рассеяния назад приводит к увеличению восходящей яркости моря и показателя ослабления направленного света. Таким образом, можно сказать, что в июле 2017 года наблюдается лишь остаточное явление после цветения.

На всех представленных пространственных распределениях высокий показатель ослабления направленного света отмечается в северо-восточной части полигона. Во всех случаях это связано с переносом вод из Керченского пролива и взмучиванием вод.

Особенности работы системы в водной среде обуславливаются наличием определенных оптико-физических свойств воды. В качестве основных

особенностей и возможных препятствий на пути использования LiFi систем выделяются показатели ослабления, поглощения, рассеяния и состав водной среды (неорганические соли, растворенные органические соединения, планктон, бактерии, неживая органическая взвесь – детрит, минеральные частицы). Однако, среди всех показателей следует выделить основной. Такой характеристикой может являться показатель ослабления, так как показатели поглощения и рассеяния можно рассчитать математически, основываясь на показателе ослабления.

В качестве показателей эффективности нужно в первую очередь рассматривать расстояние, при котором потери в передаче данных будут минимальны. Также следует учитывать, какой спектр будет использован для передачи данных. Оба этих фактора целиком и полностью зависят от оптических свойств воды.

Коэффициент поглощения - безразмерная физическая величина, характеризующая способность тела поглощать падающее на него излучение.

Самый высокий коэффициент поглощения (0,320) принадлежит красной части спектра электромагнитного излучения (рис.4), а самый низкий коэффициент (0,002) принадлежит синей части спектра. Таким образом, можно сделать вывод, что, используя свет излучения синего спектра, мы получим минимальные потери в оптических свойствах поглощения света водой. Для такого света может быть использована LED лампа с фосфорным покрытием, потому что она излучает синий свет. Очевидно, что использование красного светового спектра не является эффективным, так как при его использовании водой будет поглощено значительное количество света.

Показатель ослабления – величина, обратная расстоянию L, на котором поток монохроматического излучения F, распространяющегося в воде в виде параллельного пучка, ослабляется в результате суммарного действия поглощения и рассеяния в десять раз при десятичном основании или в е раз при натуральном основании.

На показатель ослабления оказывают влияние биологические параметры морской воды (растворенное органическое вещество и взвесь). В результате распада органических веществ образуются гуминовые соединения, имеющие желтый цвет. Такое явление увеличивает поглощение света, что приводит к тому, что показатель ослабления направленного света увеличивается. Растворенную органику могут производить планктон, рыбы и другие подводные организмы. Так же органику может приносить в море через стоки рек и канализационные сооружения.

В случае с инфракрасным излучением следует учитывать несколько другие факторы. Оптические свойства веществ (прозрачность, коэффициент отражения, коэффициент преломления) в инфракрасной области спектра, как правило, значительно отличаются от оптических свойств в видимой и ультрафиолетовой областях. Многие вещества, прозрачные в видимой области, оказываются непрозрачными в некоторых областях инфракрасного излучения и наоборот. Непрозрачной вода для ИК излучения становится из-за высокой

степени поглощения света водой. Во-вторых, система на инфракрасном излучении может перестать работать при помещении самого инфракрасного диода в корпус из недостаточно прозрачного для излучения материала – не все виды оргстекла могут стать удачным решением для корпуса системы.

Рабочим расстоянием принято считать расстояние, пройденное лучом света через толщу воды при котором интенсивность выходного светового потока, будет больше или равна половине интенсивности входного потока. Расстояние рассчитывается по формуле закона Бугера-Ламберта-Бера.

Проанализировав данные из таблицы 6 можно сделать вывод, что системы, построенные на ОП со световой отдачей 200 Лм/Вт, 222 Лм/Вт и 333 Лм/Вт могут безошибочно работать на расстояния до 26 метров. В таком случае применение системы будет являться оправданным.

Глубины, на которых могут быть использована Li-Fi технологии определяются не только показателем ослабления, но также и термоклином – на его уровне наблюдается типичный слой мутности. Вследствие этой особенности, использование системы будет наиболее эффективным. до и после него (на глубинах до и после 10-20 метров)

При анализе данных о показателе ослабления в Каспийском море, можно сделать вывод, что технология Li-Fi может применяться во всех глубоководных районах. Качество же сигнала и возможности передачи данных будет зависеть в первую очередь от показателя ослабления направленного света.

Таким образом, можно сделать вывод, что технология Li-Fi может применяться везде, где возможно распространение света. Качество же сигнала и возможности передачи данных будет зависеть в первую очередь от показателя ослабления направленного света.

Глубины, на которых могут быть использована Li-Fi технологии определяются не только показателем ослабления, но также и термоклином – на его уровне наблюдается типичный слой мутности. Вследствие этой особенности, использование системы будет наиболее эффективным. до и после него (на глубинах до и после 10-20 метров)

При выборе осветительного прибора (диода) необходимо учитывать мощность его светового излучения через определение ослабления света при распространении в поглощающей среде через закон Бугера-Ламберта-Бера. Определение мощности поможет вычислить дальность, на которую будет работать система и на каком расстоянии начнется ослабление сигнала.

3.4 Рекомендации к использованию

Как и рассказывалось раньше, построенную систему возможно применить для различных целей, не лишь только как систему передачи данных в невесомой среде, но и как систему для работы в водной среде. Как было произнесено

раньше, одной из ведущих областей применения рассматривается океанологические и океанографические исследовательские ансамбли, включающие в себя независимые необитаемые подводные аппараты использования, коих связано с исследованием недоступных областей, этих как подледные изучения, или же исследование районов с различным рельефом, где использование телеуправляемых аппаратов и аппаратов, поддерживающих ассоциация сквозь спутники было бы затруднительным.

Районы использования ограничиваются лишь только оптическими качествами воды – показатель падения и показатель поглощения считаются ведущими причинами, на которые идет по стопам обращать забота. Но в том числе и при не самых одобрительных показателях в конкретной мере работу устройства возможно возмещать работой осветительных устройств. Не глядя на то, собственно, что рабочее расстояние не дает собой км, расстояние в 25 метров для работы Li-Fi без утрат считается необходимым, собственно, что бы именовать данную технологию передачи данных применимой для работы в водной среде.

На сейчас нет практически никаких четких назначений сравнительно конструирования системы – любой инженер постановляет сам, как ему возводить систему с использованием технологии Li-Fi. Недоступность четких назначений связано с тем, собственно, что предоставленная разработка считается сравнительно свежей, и не все ещё довольно убеждены в работоспособности системы, вследствие того и построенные системы в ведущем считаются экспериментальными, но это заявление считается надежным для систем, чья задачка трудиться в подводных критериях. Собственно, что же касаемо систем, специализированных трудиться в невесомой среде – этих систем досочно большое количество. По их принципу идет по стопам начать разработку систем для работы под водой.

В качестве самого яркого представителя на рынке Li-Fi идет по стопам упомянуть фирму PureLiFi, чья работа уже «плотно» запомнилась почти всем изыскателям. Базирующаяся в 2012 году, PureLiFi считается побочным продуктом Эдинбургского института, где его новаторские изучения в области Li-Fi присутствуют в разработке с 2008 года. Стоит обозначить, собственно, что системы Li-Fi не в обязательном порядке обязаны пахнуть встраиваемый нрав. Модульный установка станет гораздо удобней в использовании в случае, если в начале подводный установка был сотворен для иных целей. В случае конструирования системы модульного на подобии нужно в первую очередь увериться, собственно, что система устройства поддерживает это вмешательство. Естественно, гигантская доля задач станет доступна к заключению, в случае если инженер, конструирующий систему, станет аристократия все о том, как трудится аппарат-носитель. В этом случае сделать систему Li-Fi связи, оптимальную к определенному аппарату станет гораздо легче – вопросы питания и интеграции в систему аппарата станет решен.

Этим же образом возможно сделать универсальный модуль, который станет трудиться за пределами зависимости от системы самого аппарата, и

владеть нрав носителя. В целом, возможно заявить собственно что система содержит большущий потенциал, и участь данной системы лишь только в руках конструктора и последующего юзера. [5]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как и каждая иная система, Li-Fi система обязана владеть собственные цели и задачки. Целью системы работает предоставление данных под водой. Под передачей данных имеет возможность быть в облик как предоставление собранной инфы установкой, например и вероятность дистанционного управления установкой. Для данных целей приемник и передатчик обязаны быть направленны в подобное состояние и по способности так, дабы знак не встречал помех. Не обращая внимания на то, собственно, что система с LED сигналом в доктрине имеет возможность великолепно трудиться и с наличием преград и помех, система, работающая на инфракрасном излучении помех не терпит и содержит большее численность несовершенств. Этим образом и складывается задачка системы – обеспечивание передачи данных или же управления без утрат, которые имеют все шансы случится в итоге возникновения помех.

Как уже было произнесено раньше, система в общем облике дает собой передатчик и приемник в облике фотодетектора, которые связываются приятель с ином сквозь световой канал – передатчик модулирует знак, переданный с аппарата или же ЭВМ, и передает его на осветительный устройство, который начинает передачу сигнала сообразно избранному методике кодировки в облике мигания с конкретной частотой. Фотодетектор в приемнике «узнает» знак, начинает его декодировать и дает в исходном облике оператору ЭВМ к которому была подключена система.

В работе был изготовлен тест сети Li-fi, его преимущества и недостатки. В качестве выбора применяемого оснащения было отдано предпочтение фирмы PureLiFi и ее свежей разработке Li-Fi X. Обоснование выбора оснащения выполнялось с учетом: технических данных, вероятностей использования, цены и например дальше. В технической части плана рассмотрен вариант построения сети беспроводного до ступа с установлением 6 точек доступа. Выбор обоснован критериями технических параметра в оснащения. В расчетной части дипломнго плана на тему изведены расчеты ширины полосы пропускания и скорости передачи данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Myshkin V.F., Balandin S.F, Donchenko V. A., Pogodaev V.A., Khan V. A., Abramova E.S., Kulakov Yu.I., Pavlova M.S., Khazan V.L., Horohorin D.M. Generation of Electric and Magnetic Fields during High-Intensity Laser Radiation Propagation through the Atmosphere // Atmospheric and Oceanic Optics, 2020, V. 33. №. 5. pp. 549-554.

2. Абрамова Е.С., Мышкин В.Ф., Павлова М.С., Абрамов С.С., Павлов И.И. Развитие бистатической связи в России, Электросвязь, № 10, 2019, с. 36-40.

3. Павлова М.С., Мышкин В.Ф., Абрамова Е.С., Павлов И.И., Абрамов С.С. Бистатическая связь: достоинства и недостатки, ж. Вестник связи, № 01, 2020, с. 30-33.

4. Мышкин В.Ф., Баландин С.Ф., Донченко В.А., Погодаев В.А., Хан В.А., Абрамова Е.С., Кулаков Ю.И., Павлова М.С., Хазан В.Л., Хорохорин Д.М. Генерация электрических и магнитных полей при распространении высокоинтенсивного лазерного излучения в атмосфере. // Оптика атмосферы и океана. 2020. Т. 33. № 04. С. 302-308.

5. Лебедянцев В.В., Абрамов С.С., Павлов И.И., Морозов Е.В., Абрамова Е.С., Павлова М.С. Модифицированная инвариантная амплитудная модуляция. T - Comm. Телекоммуникации и транспорт, 2020. Т. 14, № 6. С. 13 - 19.

6. Абрамова Е.С., Мышкин В.Ф., Хан В.А., Баландин С.Ф., Еремеев Р.С., Павлова М.С., Хорохорин Д.М. Об использовании бистатических подводных оптических систем связи, «T-Comm-Телекоммуникации и транспорт», 2020, № 8, с. 4-12.

7. Мышкин В.Ф., Хорохорин Д.М., Хан В.А., Баландин С.Ф., Хазан В.Л., Донченко В.А., Абрамова Е.С., Абрамов С.С., Павлов И.И., Павлова М.С. Способ создания сверхнизкочастотной-низкочастотной передающей антенны и установка для его осуществления. Патент RU 2717159 от 13.08.2019.

8. Исследование модуляционных характеристик транзисторного генератора методами математического моделирования в программе MATLAB: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ / Михеенко А.М., Абрамов С.С., Павлова М.С., Абрамова Е.С., Павлов И.И. - № 2020662817; дата регистрации 19.10.2020.

9. Павлов И.И., Павлова М.С., Гусельников И.А., Тагаков С.С. Общее понятие о помехе в инвариантных системах передачи информации // Colloquium-journal: польский международный журнал научных публикаций. 2018. №11(22), ч. 6. С. 64-66.

10. Павлов И.И., Павлова М.С., Гусельников И.А., Тагаков С.С. Применение проективных групп преобразования в инвариантных системах передачи информации // Colloquium-journal польский международный журнал научных публикаций. 2019г. № 7 (31) ч. 2. С. 42-45.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Отзыв руководителя

на дипломную работу

Аркинов Мурадил Аркинович

5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Тема **«Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi»**

Внедрение технологии модели сети беспроводной связи Li-Fi.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры:

Был расчитан метод потерь энергии светового сигнала в телекоммуникационной системе Li-Fi, так же были расчитаны влияние оптико-физических свойств воды на работу системы и пропускная способность сети Li-Fi.

В первой главе указана цель дипломной работы с теоретическими сведениями.

Во второй главе был произведен выбор оборудования сети беспроводной связи Li-Fi с поддержкой IOT и GPS - позиционированием

В третьей главе ведется расчетная часть системы Li-FI в подводной среде.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ

Дипломная работа выполнена на оценку /A/«Отлично», а дипломант, Аркинов Мурадил Аркинович достоен степени бакалавра специаальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Научный руководитель
К.ф – м.н. ассоц. профессор
Жунусов Канат Хафизович

«23» 05 2022 ж.

ҚазҰТЗУ 704-21 Ү. Пікір

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Аркинов Мурадил Аркинович

5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Тема **«Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi»**

Внедрение технологии модели сети беспроводной связи Li-Fi.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры:

Был расчитан метод потерь энергии светового сигнала в телекоммуникационной системе Li-Fi, так же были расчитаны влияние оптико-физических свойств воды на работу системы и пропускная способность сети Li-Fi.

В первой главе указана цель дипломной работы с теоретическими сведениями.

Во второй главе был произведен выбор оборудования сети беспроводной связи Li-Fi с поддержкой IOT и GPS - позиционированием

В третьей главе ведется расчетная часть системы Li-FI в подводной среде.

Общие требования к составлению, изложению, оформлению и содержанию текстовых и графических материалов работы выполнены в соответствии с ГОСТ

Дипломная работа выполнена на оценку /А/ «Отлично», а дипломант, Аркинов Мурадил Аркинович достоен степени бакалавра специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Рецензент
Кандидат технических наук, ассоциированный профессор КазНАИУ
Токмолдаев Аманжол Бектурсинович
« » 2022 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аркинов Мурадил Аркинович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 6.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

25.05.2022

Дата

Заведующий кафедрой

Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

Автор: Аркинов Мурадил Аркинович

Тақырыбы: Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi

Жетекшісі: Канат Жунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 6.2

2-ұқсастық коэффициенті (5): 0

Дәйексөз (35): 0.3

Әріптерді ауыстыру: 12

Аралықтар: 0

Шағын кеңістіктер: 0

Ақ белгілер: 0

Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :

☑ Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

☐ Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

☐ Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

Негіздеме:

25.05.2022
Күні

Кафедра меңгерушісі

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Аркинов Мурадил Аркинович

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Проектирование модели сети беспроводной связи Li-Fi

Научный руководитель: Канат Жунусов

Коэффициент Подобия 1: 6.2

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 12

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☑ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

25.05.2022
Дата

проверяющий эксперт