

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Радиотехника

«Допущен к защите»
Заведующий кафедрой
Артюхин В.В., к.т.н., доцент
(Ф.И.О., ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Введение настроек переработки
DVB-T2 на показатели QoS
радиосигналов

Специальность 5B0719 - Радиотехника, электроника, телекоммуникации

Выполнил (а) Шапаров А.Б. МРТ-10-02
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Артюхин В.В., к.т.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Бадиз А.А., ст. преподаватель
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Артюхин В.В. «23» мая 2014 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Саматова Т.С., к.т.н., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Артюхин В.В. « » 20 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

Кураков А.А., доцент
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Артюхин В.В. «30» мая 2014 г.
(подпись)

(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« » 20 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Лановенко М.В., ст. преподаватель
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Артюхин В.В. «30» мая 2014 г.
(подпись)

Рецензент: Кукушкин В.М., инженер II кат. ИС КС
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Артюхин В.В. « » 20 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет РТС
Специальность РЭТ-660719
Кафедра РТ

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Шапагат Аскар Бекенкулов
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Внешние настройки передатчика
ДVB-T2 на показателе QoS
картосетишаров

утверждена приказом ректора № от « » сентября 20 г.

Срок сдачи законченной работы « » 20 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

1) Основные настроечные параметры стандарта DVB-T2.

2) Передачик

3) Программное обеспечение

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1) Анализ стандарта DVB-T от DVB-T2;

2) Настроечные параметры стандарта DVB-T2;

3) Внешние настройки передатчика DVB-T2 на показателе картосетишаров

4) Выбор оборудования для внешнего телепроектирования;

5) Теоретический расчет радиус покрытия сигнала;

6) Расчет надежности связи на волновом канале программы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

- 1) Структура низкочастотного кабеля;
- 2) Изготовление защитных кабелей;
- 3) Изготовление в ДВ-Т2 более жестких символов;
- 4) Тестовые кривые спектра сигнала ДВ-Т2;
- 5) Иллюстрации символов Р₁ сигнализации ДВ-Т2;
- 6) Символика сигнализации в ДАМ;
- 7) Сравнение характеристик при повреждении и не повреждении системы;
- 8) Схема передающей станции в системе ДВ-Т2;
- 9) Зона покрытия;
- 10) Зависимость высоты подъема антенны от дальности;
- 11) Зависимость дальности связи от фактического уровня;
- 12) Результаты расчетов;
- 13) Средний уровень, превышающий в 50% фактически применя;
- 14) Структура кабеля в пространстве.

Рекомендуемая основная литература

1. Веслов С.Н., Колосов И.А., Колосов С.Ю.
Рекомендации по проектированию ДВ-Т2 для фактического значения
связи. М.: Радио и связь, 2007.
2. Баулов К.Б., Амибаев С.А., Бабаев А.А.
Методические указания по выполнению экономич-
ного расчета вычислительной работы бакалавров.
Алматы: АИИС, 2009.
3. СНиП РК 2.04-05-2002. Естественное и искусственное
освещение. Государственные нормы в области
архитектуры, строительства. Алматы, 2007.

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Общ. и техн. раздел	Куликов А.А.	30.05.2014	Куликов
Руководитель з.р.	Артюшин В.В.	23.05.2014	Артюшин
Безопасность населения	Саматова И.С.	20.05.2014	Саматова
Технико-эконом. расчет	Бабаев А.А.	30.05.2014	Бабаев
Нормоконтроль	Мамбетов И.В.	30.05.2014	Мамбетов
Применение вычисл. техники	Куликов А.А.	30.05.2014	Куликов

подготовки дипломного проекта

[illegible]

Дата выдачи задания « » сентября 2014 г.

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Фамилия и инициалы)

Руководитель

(підпись)

(Фамилия и инициалы)

Задание принял к исполнению
студент *ПМ*

Albano AB

Андатпа

Бұл дипломдық жұмыста сыртқы жағдайларға және канал параметрлеріне байланысты DVB-T2 таратқышының келтірулері бойынша ұсыныстар қарастырылып жатыр. Таратқыштың келтірулерін өзгерткен кезде DVB-T2 таратқышының шығысындағы сигнал сапасының өзгерісі анығталуда.

Жұмыстың техника - экономикалық негіздеуі келтірілді және эксплуатационды шығындар мен толық капиталдық салым есептелінді. Тіршілік әрекетінің қауіпсіздік факторлары қарастырылған.

Аннотация

В работе рассматривается разработка рекомендации по настройкам передатчика DVB-T2 в зависимости от окружающих условий и характеристик каналов. Определяются изменения качества выходного сигнала DVB-T2 передатчика при изменении настроек передатчика.

В дипломной работе производится расчет затрат на технико-экономическое обоснование и рассчитаны эксплуатационные расходы и общие капитальные вложения. Рассматривается освещенность и биологическая санитарная зона антенны для безопасности жизнедеятельности.

Содержание

Введение.....	8
1 Стандарт DVB-T2.....	9
1.1 История развития цифрового телевидения.....	9
1.2 Отличие стандарта DVB-T от DVB-T2.....	10
1.3 Настроечные параметры стандарта DVB-T2.....	11
1.4 Схемы помехоустойчивого кодирования (FEC) и Base Band (BB) кадры.....	12
1.5 Модуляция.....	12
1.6 Распределение пилот-сигналы.....	14
1.7 Дифференцированная помехоустойчивость отдельных услуг и структура кадра DVB-T2.....	15
1.8 Перемежение.....	16
1.9 Поворот констелляционного созвездия.....	16
1.10 Влияние настроек передатчика DVB-T2 на показатели радиосигнала.....	18
2 Характеристики системы цифрового телевидения.....	25
2.1 Энергетические параметры радиопередающих устройств.....	25
2.2 Условия определения зоны покрытия.....	30
3 Теоретический расчет зоны покрытия города Астана.....	38
3.1 Выбор оборудования для вещания телепрограмм.....	38
3.2 Расчет фидера.....	42
3.3 Теоретический расчет зоны покрытия ЦТВ передатчиков.....	43
3.4 Расчет напряженности поля на вычислительной программе.....	52
4 Безопасность жизнедеятельности.....	54
4.1 Анализ условий работы технического персонала.....	54
4.2 Расчет системы искусственного освещения помещения.....	58
5 Экономическая часть.....	62
5.1 Описание работы.....	62
5.2 Необходимость проекта.....	62
5.3 Трудовые ресурсы, используемое в работе.....	62
5.4 Расчет себестоимости работы по проектированию и разработке.....	63
5.5 Трудоемкость.....	65
5.6 Амортизационные отчисления.....	67
5.7 Затраты на электроэнергию.....	68
5.8 Накладные и прочие расходы.....	69
5.9 Структура затрат.....	69
5.10 Цена труда.....	70
Заключение.....	72
Список литературы.....	73
Перечень предметных указателей.....	75
Приложение А.....	76

Приложение Б.....	77
Приложение В.....	78
Приложение Г.....	79

Введение

Сейчас переход к цифровому телевидению дает большие возможности. Достаточное увеличение числа каналов, увеличение качества изображения и звука, появление больших возможностей телевизионных систем. Во время совершенствования цифровое телевидение проходил несколько ступеней стадии развития. В них сначала выполнялись научные и исследовательские работы, создавались экспериментальные устройства и системы, а также принимались стандарты. По правилам международные стандарты обязаны соответствовать всем условиям организации, лидирующими в введении телевизионные вещание и выпускающие видеопрограммы. Принимать стандарты – самая главная часть развития технологии-телевидения.

Многими было рассмотрено высококачественный прием сигнала при достаточно большой зоне покрытия и в от качества получаемого сигнала до расстояния передатчика. Но не было рекомендации по настройке телевизионных радиопередатчиков DVB-T2 при изменении настроек передатчика. А также в зависимости влияние параметров сигнала от внешних условий.

1 Стандарт DVB-T2

1.1 История развития цифрового телевидения

Еще 1990-х годах было ясно, что аналоговому телевидению придет замена. Внезапно наступали цифровые технологии. Возникла возможность построить платформу для формулировки и стандартизации цифрового телевидения. В декабре 1991 года главные телерадиокомпании и производители уникальной техники основали организацию под именем European Launching Group. Узаконить ее требования на новом рынке получилось за счет «Меморандума о понимании». Темой меморандума о понимании стало доверие и почтение друг-друга, а целью стала – оценка конкурентами их общих условия к исследуемому материалу [1].

Затем European Launching Group поменяли название на Digital Video Broadcasting Project. Не дожидаясь длительного времени вышел новый стандарт цифрового спутникового вещания система - DVB-S. В следующем году получил свои стандартные цифровые кабельные сети - DVB-C. Пришлось разработать очень сложную систему, так называемое цифровое наземное телевидение. Из-за низкой пропускной способности радиоканала и многолучевой интерференции радио пришлось потерять время к знакомым DVB-T начал свою работу. Первый коммерческий трансляции через DVB-T были реализованы в Великобритании цифрового земного Group (DTG). Позже DVB-T был запущен в Дании, Испании, Швеции и Австралии. Оказание услуг DVB-T стартовала в некоторых районах Германии. Затем, Берлин стал первым европейским городом, который осуществил полный переход от аналогового к цифровому радиовещанию [1].

Конечно, стандарты DVB являются основной мишенью для цифрового телевидения по всему миру. Среди прочего, DVB Project развивает не только протоколы и стандарты передачи, но для интерактивных приложений, таких как цифровое телевидение консоли (абонентские приставки). На сегодняшний день консорциум разработал восемь основных стандартов DVB:

- 1) цифровое спутниковое телевидение (DVB-S, DVB-S2);
- 2) цифровое кабельное телевидение (DVB-C, DVB-C2);
- 3) цифровое эфирное телевидение (DVB-T, DVB-T2);
- 4) мобильное телевидение (DVB-H, DVB-SH) [1].

Все они подтвердили Европейский институт стандартизации в области телекоммуникаций. За короткое время ожидается, что стандарт будет принят DVB- H2, характеристики, которые могут быть связаны с DVB-T2 [1].

Если возможно, ввести телевизионные частоты в эфирные сети их ограниченные ресурсы будут перегружены еще быстрее. А так как телевизионные частоты в любом случае требуют изменения телеприставки, был поднят вопрос о развитии нового вещания стандарта, который приведет к

увеличению потенциала воздушных каналов. В феврале 2006 года в DVB был создан исследовательский комитет, оценивающий потенциал много разных технологий. Шесть месяцев спустя, работа Комитета была закончена, и начал развиваться DVB стандартный DVB-T2. Изначально консорциум определил набор бизнес-требований, определения сферы этого развития:

1) DVB-T2 вещания трансляции должны приниматься на уже существующих антеннах, а переход на новый стандарт должен не влиять на изменения в инфраструктуру системы передачи. Это требование не представляется возможным включить в стандартной технологии MIMO, что потребует новый прием и передающие антенны;

2) DVB-T2 в первую очередь должны быть направлены на передачу в фиксированной и мобильной антенной;

3) DVB-T2 должны выделить как минимум 30 % больше по сравнению пропускной DVB-T передач в одинаковых условиях;

4) DVB-T2 должен улучшить одночастотные сети (SFN);

5) DVB-T2 должен допустить возможность сосуществования в одних и тех же каналов, услуг РЧ, передаваемых с разной степенью помехоустойчивости. Например, часть услуг, ту которой трансляция на том же ширине канала 8 МГц, может быть предназначен для приема на направленных антенн, установленных на крыше, а некоторые - для поступления в помещении переносных антенн;

6) DVB-T2 должен увеличить возможности использования полосы и частот;

7) должен существовать механизм для уменьшения вероятности отношения пиковой и средней мощности передаваемого сигнала. Это позволит снизить эксплуатационные расходы;

8) возможность внедрения телевизионные частоты в эфирные сети в последние годы рассматривают многие страны. В Англии существует особенно острая нехватка спектра для HDTV, учитывая, то что весь спектр, который освободиться после отключения аналоговых каналов уже занят. И к максимальной нагрузке необходимо максимально использовать ресурс транспортного канала. В связи с этим пакет планируется начать в DVB-T2 обеспечивающий по меньшей мере увеличение на 30 % [1].

1.2 Отличие стандарта DVB-T от DVB-T2

Емкость системы DVB-T2 будет зависеть от выбора ряда параметров системы. Для этого, множество вариантов и конфигурации приемников будут информированы сигнализацией. Выбор параметров представляет собой процедуру оптимизации системы, такие как поиск компромисса между количеством служебной информации и времени, чтобы переключиться с одного канала на другой или между мощностью и устойчивостью к помехам. Широкий

спектр настраиваемых параметров также усложняет сравнение с другими системами. Например, если мы сравним DVB-T2 с DVB-T, то в течение первых параметров может быть выбран для того, чтобы то же самое поведение сигнала в стандартном гауссовского канала, но при условии, большую стабильность DVB-T2 в сложной приема. Этот вариант по существу гарантирует уже более высокую пропускную способность DVB-T2 по сравнению с DVB-T. Тем не менее, вы можете выбрать вариант с несколько более низким ставкам для гауссовского канала, но все же с немного выше для каналов в сложных условиях приема. В этом случае ширина полосы усиления будет еще больше.

Сравнительные характеристики систем с аналогичным поведением в гауссовском канале приведены в таблице 1.1. Как можно видеть, ожидаемое увеличение пропускной способности по отношению к британскому варианту DVB-T будет около 49 %. Оно показывает выводы теоретических оценок, так как в момент написания этого материала возможности проверить работу системы на реальном оборудовании в лаборатории или полевых условиях не было [2].

Наиболее важные отличия двух стандартов:

- 1) количества несущих повысился до 27 841;
- 2) замена сверточного кода и кода Рида – Соломона на Low Density Parity Check и Bose-Chaudhuri-Hocquenghem;
- 3) появление нового режима модуляции 256 QAM [2].

В таблице (Приложение А), приведены сравнительные характеристики технологий DVB-T и DVB-T2 при одинаковых условиях распространения [2].

1.3 Настраиваемые параметры стандарта DVB-T2. Базовые принципы

Системная архитектура транспортных потоков, в первую очередь, инкапсуляция данных в низкочастотные Base Band пакеты. Использование защитной кодировки с низкой плотностью проверок на четность Low Density Parity Check Codes [2].

Увеличить пропускную способность часть полученная при переходе на DVB-T2 направляется на большую емкость канала. Опций – последние параметры FTT и защитных интервалов дали возможность оптимизировать параметры в зависимости от каждого канала [2].

Базовый принцип конструирования стандартов DVB заключается в их совместимости. Получается, что преобразование сигнала во время его перевода из одного вида в другой должен быть как можно простым. И так две основные технологии DVB-T2 были взяты из стандарта DVB-S2 [2].

1.4 Схемы помехоустойчивого кодирования и Base Band кадры

Информация которая передается, собирается в ВВ-кадры, заголовок содержащая информацию о функции данных. Затем данные закрываются помехозащитным кодом с низкой плотностью проверок на четность, которая похожа на применяемый вид в DVB-S2. Чтобы убрать ошибки, которые остались после декодирования, информация дополнительно кодируется не длинным кодом Боуза Чоудхури Хоквингема.

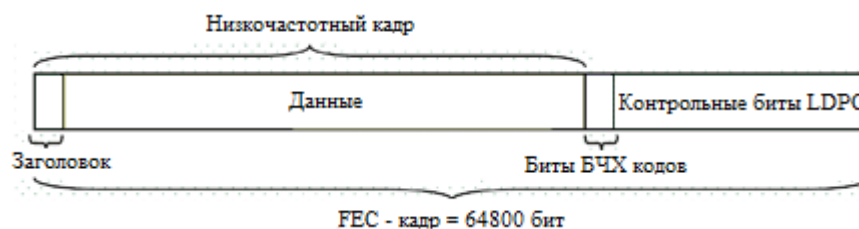


Рисунок 1.1- Структура низкочастотного кадра

Вся длина кадра заполняется кодированием в 64800 битов. Она является основной единицей DVB-T2. В DVB-T2 часть контрольных бит помехозащитных кодов могут изменяться от 15 до 50 %. Опцией может являться не длинная версия FEC кадра - 16200 бит в длину. Он применяется для того что бы уменьшить задержки приема. Данные передаваемые в кадре ВВ обычно представляют собой последовательность транспортных пакетов MPEG-2. В то же время, передача сигналов заголовка поле ВВ-кадр полностью совместимы с IP-пакетов инкапсуляции в новый DVB-протокол, называемый Generic поток Encapsulation [2].

Тест моделирования на основе LDPC показали значительное увеличение по сравнению с защитным интервалом, используемый в DVB-T, т.е. сверточного кодирования в сочетании с кода Рида-Соломона. Отношение сигнал/шум в связи с новым FEC может быть до 3 дБ для типичной скорости ошибки, и в той же пропорции пилотных символов. По существу, это улучшение позволяет увеличить пропускную способность канала на 30% (например, путем применения более высокий уровень созвездия) [2].

1.5 Модуляция

При сравнений DVB-T2 проводились различные варианты осуществления модуляции одного или нескольких операторов. В результате был выбран интервалы с OFDM защиты (GI-OFDM), используется в DVB-T [2].

В OFDM каждый символ передается на большое количество ортогональных несущие модулированы как в фазе и амплитуде. В частности,

DVB-T предлагает два режима 2 К и 8 К. Эти цифры отражают размерность (быстрое преобразование Фурье), используемый для формирования сигнала с несколькими несущими. Фактический объем носителя, используемый для передачи данных немного меньше. Чтобы защитить сигнал (то есть каждый носитель, который используется для передачи данного символа) искажения, введенной многолучевым распространением дублирующего конца каждого символа в защитного интервала, который предшествует передачу символа [2].



Рисунок 1.2 - Использование защитных интервалов

Длина защитного интервала выбирается в зависимости от длины расчетных и других необходимых параметров тракта передачи. Чем дольше интервалы защиты требуются в одночастотных сетях, тем сигналы от соседних передатчиков могут достигать приемник со значительным запаздыванием относительно основного сигнала. Защитный интервал является надстройкой транспортного ресурса. В DVB-T, это дополнение может занять до одной четверти от общего объема передаваемых данных. Для того, чтобы продлить защитный интервал, не увеличивая свою долю в общем объеме данных в DVB-T2 представили два новых режима - 16 К и 32 К - с соответствующим увеличением числа ортогональных несущих. Рисунок 1.3 иллюстрирует переход на режим с большим числом поднесущих. В этом случае абсолютное значение защитного интервала сохраняется, но их доля в общем объеме уменьшается [2].

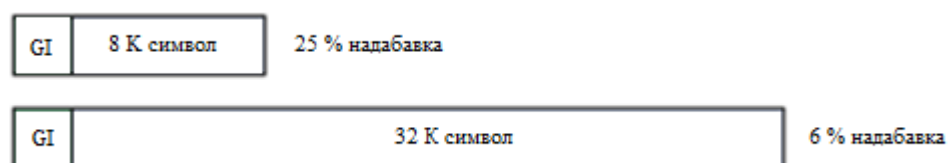


Рисунок 1.3 - Использование в DVB-T2 более длинных символов

Использование символа DVB-T2 и уменьшение относительной пропорции символов защитного интервала в общей сложности. Максимальная продолжительность защитного интервала в DVB-T2 может быть достигнуто при соотношении 32 К и GI по всей длине 19/128. Продолжительность GI более 500 мс, что достаточно для строительства крупной национальной NFS. Таким образом, DVB-T2 обеспечивает широкий диапазон размеров защитного интервала FFT:

- размерности FFT: 1 К, 2 К, 4 К, 8 К, 16 К, 32 К,

- относительная длительность защитных интервалов: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

Как уже отмечалось, в каждый несущий OFDM модулируется по фазе и амплитуде. Высшая модуляция DVB-T стандарта, 64 QAM, 6 бит на передаваемый символ (модулированный несущий элемент).

Улучшенная модуляция DVB-T2 до 256 QAM позволяет отправлять 8-битный символ. Хотя этот тип модуляции является более чувствительным к ошибкам, результат теста моделирования шума показывает, что LDPC-FEC обеспечивает увеличение на 30 % в эффективности использования канала по сравнению с передачи DVB-T [2].

Введенный в DVB-T2 новых режимах - 16 К и 32 К - группа компоненты упали значительно сильнее, чем в режиме 2 К. Как показано на рисунке 1.4, это позволяет приводит ближе к стандартной спектральной маске, которая накладывается на сигналы в DVB-T расширения диапазона 8 МГц позволяет группе пройти еще 2 % от дополнительных данных [2].

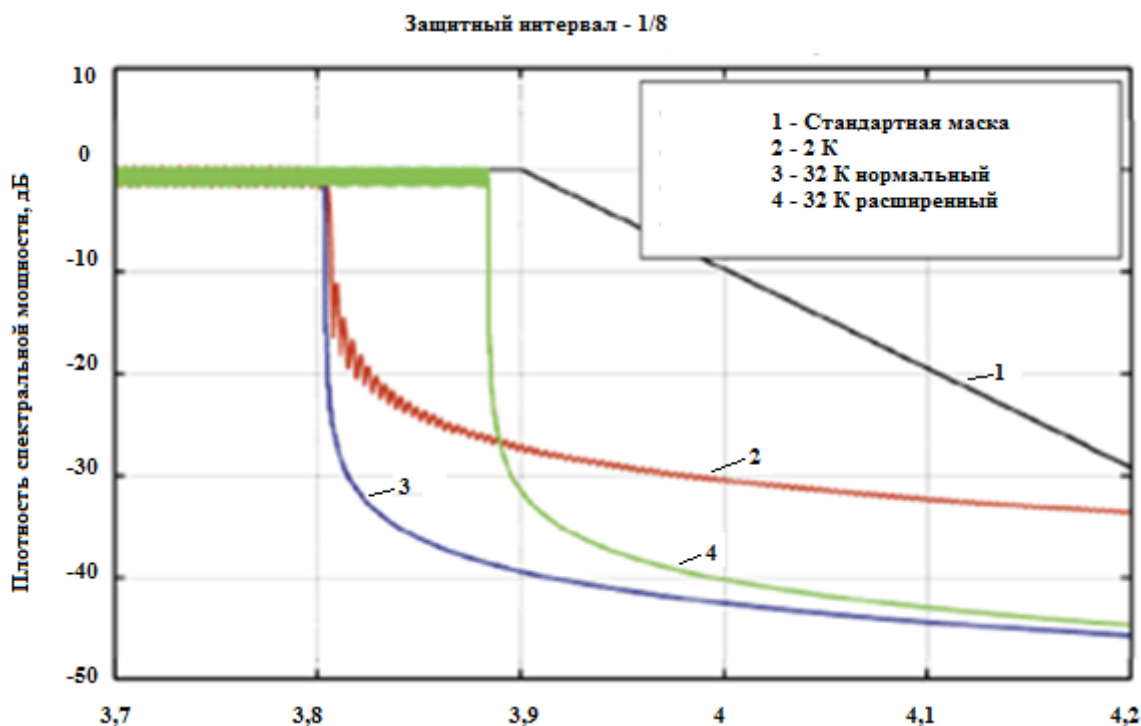


Рисунок 1.4 - Теоретические кривые спектра сигналов DVB-T2 (8 МГц)

1.6 Распределенные пилот-сигналы

Системы OFDM, использующие распределенные пилоты. Эти элементы модулируются в определенном направлении, а не разнесены во времени. Приемник знает параметры модуляции пилот-сигналов, и могут использовать их для оценки состояния канала 2. В DVB-T каждый двенадцатый элемент

модулируется пилот-сигналом, то есть, занимая 8 % от общего объема данных. Это соотношение используется для всех вариантов защитных интервалов и размещение пилот-сигналов должна быть такой, чтобы сигналы, которые будут выровнены по защитному интервалу $1/4$. Однако, меньшее защитному интервалу добавления пилотов в количестве 8 % является чрезмерным. Таким образом, в DVB-T2 введены восемь различных вариантов исполнения. Каждый вариант относительной длительности защитного интервала соответствует числу возможных вариантов устроить пилот-сигналов. Они динамически выбирается на основе текущего состояния канала, с тем чтобы максимально увеличить количество [2].

Чем плотнее компоновка пилот-сигналов могут быть использованы для уменьшения требуемого уровня C/N в входе приемника или улучшить синхронизацию. В последнем случае, пилот-сигналы модулированы с помощью псевдослучайной последовательности [2].

1.7 Дифференцированная помехоустойчивость отдельных услуг и структура кадра DVB-T2

Коммерческие требования к DVB-T2 входит, чтобы обеспечить различные уровни защиты к различным услугам. Это может быть достигнуто с помощью различных схем модуляции и степень коррекции ошибок кодирования. В DVB-T2 достигается за счет группировки символов-OFDM в кадре, так что каждый услуга передается нетронутыми блок, который занимает особое место в рамках [2].

Различными цветами потока фрагменты, принадлежащие к различным услугам. В DVB-T2 кадр указывает на короткий символ OFDM P1, составляющий символ OFDM 1 К повторяет начале и в конце символы в соседних несущих (то есть, сдвигается по частоте), как показано на рисунке 1.5. Эта структура символ P1 с одной стороны, что позволяет легко определить, а другие символы выступает против любой фрагмент главной среде моделирования [2].

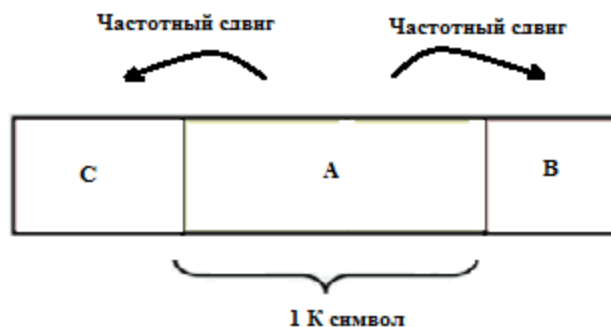


Рисунок 1.5 - Иллюстрация символа P1 сигнализации DVB-T2

Простой и надежный механизм для идентификации вещания DVB-T2 предоставляется - приемник, частота сканирования для поиска и быстрого захвата частоты и сигнализации 6 бит приемника (например, для определения размеров БПФ кадров в DVB-T2).

Стандартная длина кадра E2 - 200 мс, и добавить необходимое для передачи информации о структуре кадра как правило, имеет менее 1% [2].

1.8 Перемежение

В DVB-T2 есть три взаимосвязанных каскада. Это практически гарантирует, что искаженные элементы, в том числе пакетных ошибок после удаления чередования в декодере будут раскиданы по LDPC FEC-кадра. Это должно позволить LDPC кодеру восстановиться. Первое устройство случайный бит чередования битов в пределах FEC блоке. Во второй раз чередования распределяет FEC данных блок-символы в DVB-T2 кадра. Это улучшает отношение сигнал-шум импульса и изменить характеристики тракта передачи. На третьем месте частота чередования randomises данные в символе OFDM, чтобы ослабить эффект частотно-селективным замиранием [2].

1.9 Поворот констелляционного созвездия

В DVB-T2 использует инновационные технологии для преобразования угол определяется созвездием. Такое вращение можно значительно улучшить при обаяниях проблемах сигнала в типичном эфира. По вращения созвездия на точный угол каждая точка созвездие выбирается уникальным местоположением, и точки не повторяются.

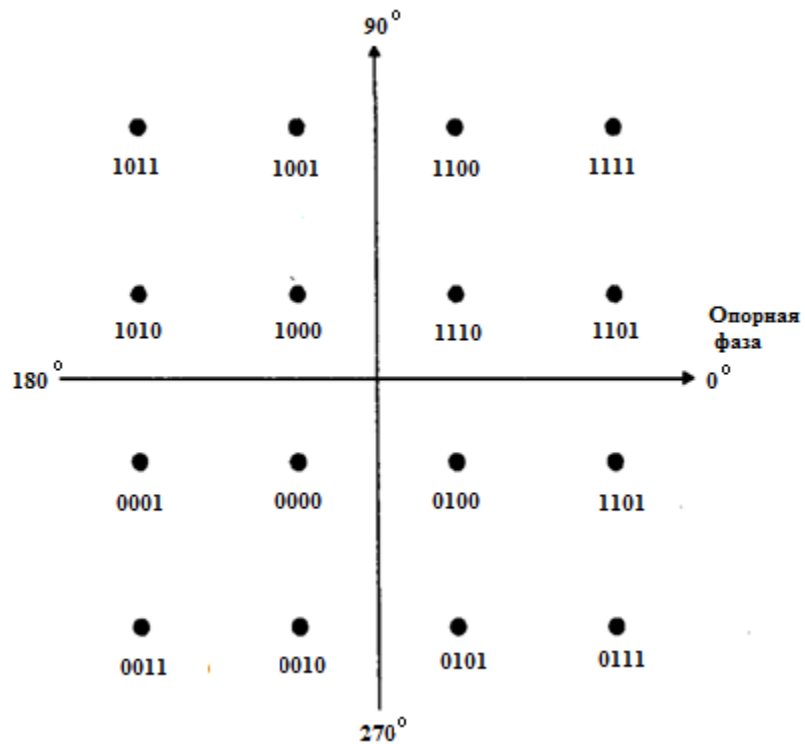


Рисунок 1.6 – Сигнальная диаграмма созвездия 16 QAM.

Сущность состоит во вращении проекции точек на соответствующих осях (в синфазной и квадратурной) не совпадают. Хотя в данном случае является то, что некоторые из координат достаточно близки друг к другу, но на другой координатной точки всегда можно восстановить их первых координат [2].

Каждая координата точки обрабатывают отдельно в модуляторе и передаются в OFDM - сигнал отдельно друг от друга, смешиваясь с другой символ [2].

В снова связывания рецептор, чтобы сформировать начальный созвездие перемещать. Таким образом, если транспортное средство или символ будут потеряны в результате интерференции, сохранить информацию о другой координате, восстановить характер, но с низким соотношением сигнал / шум. При использовании симметричной (не поворачивается) созвездие разнообразие не имеет смысла, потому что персонаж может быть признан только сочетанием двух координат. Каждый из них в отдельности имеет близнецов, и их сочетание является только уникальным.

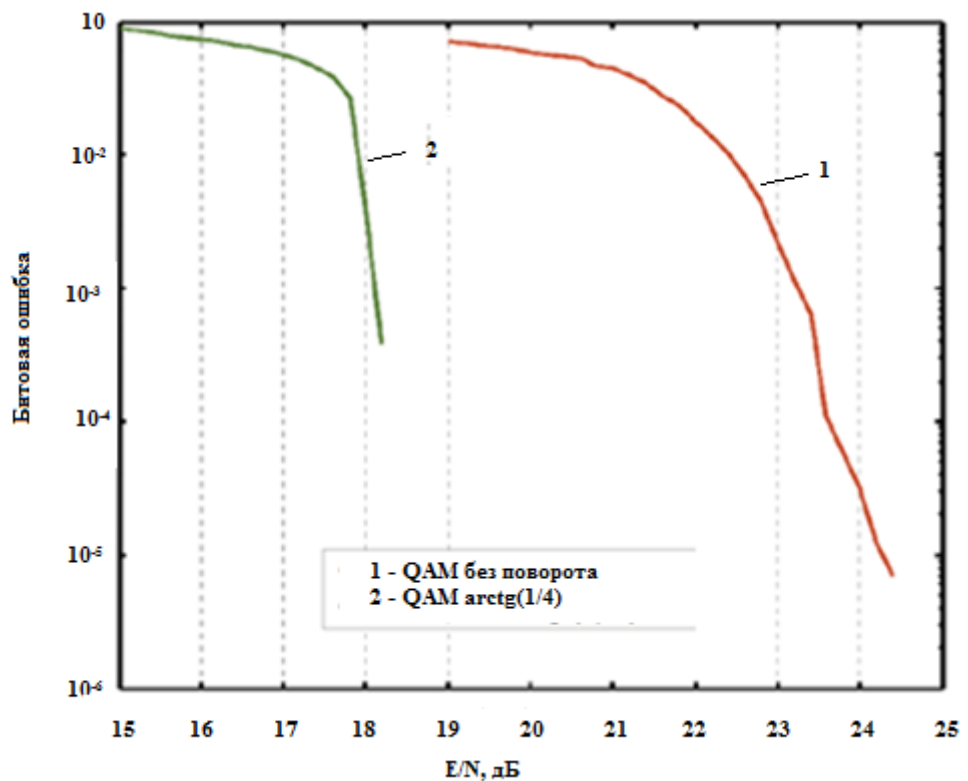


Рисунок 1.7 - Сравнение характеристик при повернутом и не повернутом созвездии

Относительная скорость кодирования 4/5, канал Релея + 15 % замирания.

Тестовая имитация показала, что выигрыш в C/N за счет применением этой техники может достигать до 5 дБ [2].

1.10 Влияние настроек передатчика DVB-T2 на показатели радиосигнала

ЦТВ в отличие от других видов выполняет доставку сигнала к пользователю без каких либо мешающих проводов. Но стоит вопрос качественной доставки при ограниченности спектра и не малых помех. И для таких случаев внедрили стандарт DVB-T2 [3].

Далее, введено распределение несущих COFDM между логическими потоками информации, так называемыми PLP (physical layer pipes - каналы физического уровня). В стандарте возможна одновременная передача не одного а нескольких транспортных потоков, которые помещаются в свой канал. Возможны два режима работы: с передачей одного PLP - "Режим А" и с передачей нескольких PLP - "Режим В".

Такой метод может уменьшить энергопотребление пользовательского устройства. Потому что, оно может выключаться именно тогда, когда передаются не нужные абоненту каналы физического уровня.

Для того чтобы в спектре получить выигрыш 70 % в одночастотные сети был введен режим MISO. В результате эксплуатации одночастотных сетей при сложении гармоничных сигналов заключительный спектр COFDM претерпевает искажения. И в итоге, для их компенсации, надо выбрать более высокомоощный передатчик. Этот режим может избежать неприятности. Ее базовая задумка такова, что трансмиттеры в одночастотной сети в при таком режиме излучают сигналы не в один в один. [3].

256 QAM является одним из новшеств введении нового стандарта при передаче 8 бит на несущей. За счет этого можно емкость канала повысить на три раза. И она никак не влияет на отношение сигнал/шум. Но помехоустойчивость кодов очень высокие и они справляются с ошибками без изменения отношения сигнал/шум [3].

Схема была введена 32 K для числа носителей 8k. Она заключается в том, что в том случае, нет никаких жесткие требования к совместимости с соседнего канала станционный, вы можете добавить дополнительные края с диапазоном COFDM. Когда количество спектра носителей имеет более выраженное снижение на краях, и добавив носитель не выходит за пределы допустимого виде спектральной маски. Добавление позволяет операторам получить 1 ... 2% от пропускной способности канала [3].

Операция осуществляется также многоканальный вход. DVB- T2 включает в себя необязательный возможность двух передатчиков. В таких случаях, когда приемник видит два сигнала непосредственно от передатчиков, например, с небольшой всенаправленную антенну для одночастотной сети, их использование может значительно повысить производительность системы. Это изменение в сочетании с форматом кодирования пилот-сигналов позволяет декодирование без потерь разделить и отделить сигналы, получаемые от двух отдельных воздушных каналов. В коде наложения не ухудшает прием, когда антенна только один канал. Предварительные расчеты показывают, что этот метод может увеличить покрытие сети единой малой скорости до 30 %.

Для защиты сигнала, то есть каждый носитель, который используется для передачи заданного уровня искажение, вносимое в многолучевого распространения дублирующего конец каждого символа в защитного интервала, который предшествует передачи этого символа символов.

Длина защитного интервала выбирается в зависимости от длины расчетных и других необходимых параметров тракта передачи. Чем дольше интервалы охраны требуются в одночастотных сетях, где сигналы от соседних передатчиков может достигать приемник со значительным запаздыванием относительно основного сигнала. Защитный интервал является надстройкой съест транспортный ресурс. В DVB-T это дополнение может занять до одной четверти от общего объема передаваемых данных. Для того, чтобы продлить защитный интервал, не увеличивая свою долю в общем объеме данных в

DVB-T2 представила два новых режима - 16 К и 32 К - с соответствующим увеличением числа ортогональных несущих. То есть, абсолютное значение защитного интервала сохраняется, но их доля в общем объеме уменьшается. Как равна 8 выделении к БПФ защиты составляет 25% от характера и 32 К только 6 % от длины [3] .

Таким образом, DVB-T2 предлагает более широкий ряд размерностей FFT и защитных интервалов. А именно:

- размерности FFT: 1 k, 2 k, 4 k, 8 k, 16 k, 32 k,
- относительная длительность защитных интервалов: 1/128, 1/32, 1/16, 19/256, 1/8, 19/128, 1/4.

Максимальная продолжительность защитного интервала в DVB-T2 достигается при 32 К относительно защиты всей длине пособий и символом 19/128. Продолжительность защиты с премией превышает 500 мс, что достаточно для строительства крупного общенационального SFN. По мере роста числа перевозчиков возраста находится в той же полосе частот, вероятность увидеть и межсимвольная помех. Наверняка это не слишком много жизни, необходимо увеличить ответственно длительность символа модуля. Кажется, что это не приведет к увеличению скорости передачи данных: при увеличении чистого увеличения подшипника и время передачи. Тем не менее, элементы трения абсолютной продолжительности между защитными оси не изменится, так как времени прихода отраженного сигнала от сопряженных длительность символа не зависит. Защитный интервал 1/128 до 32 К имеют одинаковую абсолютную длину 28 мс, и 1/32 8 k режим и, следовательно, обеспечивают точно такую же защиту от отраженных сигналов. Применение новых интервалов охраны наряду с новыми значениями быстрого преобразования Фурье можете получить выиграть 2-17 % от пропускной способности канала и увеличения расстояния между станциями [3].

В DTT кодирования канала сверточные коды, используемые в сочетании с кодами Рида-Соломона. В DVB-T2 предлагает использовать LDPC коды более эффективные вместо сверточных кодов и кодов БЧХ вместо кодов Рида-Соломона.

Проверка кода четность с низкой плотностью (LDPC) - используется в передаче информации код, частный случай линейного блочного кода с контролем четности. Характерным является низкой плотности из значимых элементов проверочной матрицы, обеспечивая тем самым относительную простоту средств кодирования [3].

Коды Боуза Чоудхури Хоквингема являются одним из основных классов кодов линейной коррекции ошибок. А метод строительства этих кодов приводится в явном виде. Для дальнейшего снижения частоты ошибок, используя ВСН внешнего уровня, работающий на низкой плотности дефектов. В большинстве режимов код может исправить до 12 ошибок, но в некоторых - до 8 или до 10 ошибок.

Известность этих кодов было известно в течение длительного времени, но не был в состоянии создать недорогую программу, основанную на микро. Тест

моделирования на основе варенья LDPC показали значительное увеличение по сравнению с защитой иммунитета, используемого в DVB-T, т. е. сверточного кодирования в сочетании с кода Рида-Соломона. Прибыль в N / P в связи с новым FEC может быть до 3 дБ для типичного скоростью ошибки, и в той же пропорции пилотных символов. По существу, это улучшение позволяет увеличить пропускную способность канала на 30%, например, по применению созвездий более высоком уровне.

Вводятся изменения в схеме перемежения. Практическое использование DVB-T пока достаточно не показал хорошую устойчивость загрузить локальный импульс ветчину. В частности, в городской среде, используя 64 QAM с малыми значениями FEC (прямой коррекцией ошибок - прямое исправление ошибок) может стать более эффективным, чем использование 16 QAM с большим FEC.

В DVB-T2 являются три взаимосвязанных каскада. Это практически гарантирует, что искаженные элементы, в том числе пакетных ошибок после удаления чередования в декодере будет диспергирован в LDPC FEC-кадра. Это должно позволить LDPC кодер для восстановления. Перечислите следующие действия:

- 1) немного чередования: рандомизации из битов в блоке - CSF;
- 2) чередования времени: FEC-блок перераспределяет данные по персонажей в рамках DVB-T2 кадра. Это улучшает отношение сигнал-шум импульса и изменить характеристики тракта передачи;
- 3) частоты чередования рандомизирует данные в символе OFDM, чтобы ослабить эффект частотно-селективным замиранием.

Для противодействия переходные процессы в момент DVB-T2 дополнительно введен перемежения, а именно, различные компоненты ходу информации указано на оси времени с периодом около 70 мс. Т.е. данные перед передачей по каналу связи, перестроенной в порядке, указанном на получении первоначально порядке восстанавливается, т.е. выполняется деинтерлейсинга. В то же ошибки пакета, генерируемого в канал связи в распределенной набора отдельных ошибок занятости, которые легче обнаружить и исправить использования кодов коррекции ошибок. Благодаря это потеря информации в тот же период времени, могут быть восстановлены с ЕМ и передается информация в другое время потребления.

В DVB-T перемежению, выполненному только в тех случаях предварительно символ модуляции, и, следовательно, в течение периода времени только передачи симметрии. Если информация из-за шума в канале связи теряется в какой-то момент времени, она не может быть восстановлена на основе информации, передаваемой позже.

В системе DVB-T2 является сложным переплетение ввод времени чередования, тем самым увеличивая стабильность передачи импульсных помех, которые столь характерное для больших городов. То есть, информация не только перемеженные символы модуляции в то же самое, но в пределах суперкадра. Конечно, это требует новых значительные различия

запоминающего устройства, где номинальная обратное преобразование (чересстрочной) будут иметь, чтобы время блок чередования или T1-блок вместо одного символа, например, DVB-T. В DVB-T2 имеет два новых структур, которые "отвечают" за чередованием - перемежения и время перемежения блоков (T1). На самом деле, эти структуры определены, в рамках которых про чередование.

Чередование рамки состоит из целого числа блоков T1. Это число может быть изменено. Но рекомендуется использовать сочетание одного перемеженного T1 рамы и блока, как в данном случае, чередование продлится Лея бо много времени. Количество FEC блоков в T1-блока не может быть постоянным. Каждый перемеженный кадр проецируется на одном или нескольких DVB-T2 кадра.

Часть перевозчиков, пилот-носитель пламени и маркеров синхронизации используются для синхронизации тактовой частоты модулятора и демодулятора диапазона синхронизации несущих частот, синхронизации кадров, оценки канала и фазового шума. Различают непрерывного (непрерывные) пилот-сигналы передаются на одной несущей и распределены, передается на нескольких несущих, равномерно и в спектре изменения сигнала от символа к символу. Специально обученный пилот-сигнал несущей модулируется псевдослучайной последовательности. Для повышения помехоустойчивости, которые передаются на уровень 16/9 раз (около 2,5 дБ), чем остальная подшипника [3].

Системы OFDM, использующие распределенные пилотов. Эти элементы модулируются в определенном направлении, а не разнесены во времени. Приемник знает параметров модуляции пилот-сигналов, и могут использовать их для оценки канала. В DVB-T модулированных каждый двенадцатый элемент является пилотным, т.е. занимая 8% от общего объема данных. Это соотношение используется для всех вариантов защитных интервалов и размещение пилот-сигналов должна быть такой, чтобы сигналы, которые будут выровнены по защитного интервала 1/4. Однако, чем меньше защитного интервала добавления пилотов в количестве 8% является чрезмерным. В DVB-T2 определяет восемь различных способов организации - RR 1 ... 8 (ПП - шаблон пилот-сигнала). Каждый вариант относительной длительности защитного интервала соответствует числу возможных вариантов устроить пилот-сигналов. Они динамически выбирается на основе текущего состояния канала, чтобы оптимизировать их количество. Ошибка в выборе – оптимальный метод уменьшает количество услуг Информация redavaemoу – пе 1 января - 2% [2].

Чем плотнее компоновка пилот-сигналов могут быть использованы для уменьшения требуемого уровня C/N в входе приемника или улучшить синхронизацию. В последнем случае, пилот-сигналы модулируют псевдослучайной последовательности.

Еще одна интересная инновация - вращающийся созвездие (созвездие поворачивается). После создания COFDM сигнал, создаваемый потому

"вращения" всей комплексной плоскости. Чтобы продемонстрировать принцип может просто представлять эту схему лишь четыре очка в комплексной плоскости созвездия, то есть, режим QPSK. Символ модуляции в комплексной плоскости поворачивается на определенный угол в зависимости от количества уровней модуляции (29° для QPSK, $16,8^\circ$ - для 16 QAM, $8,6^\circ$ для 64 QAM и арктангенса $(1/16)$ в 256 QAM). Образований с использованием вращающихся созвездия может дать до 7,6 дБ усиления в отношении сигнал / шум.

Значительный удельный вес затрат на передачу является стоимость передатчиков электроснабжения. OFDM-сигнал характеризуется высоким отношением пика к средней мощности. В этой связи DVB-T2 включает две технологии которые могут уменьшить это соотношение. То есть на 20 %. Это, в свою очередь, вы снизить стоимость значительно власти.

Для уменьшения пиковой мощности к средней размещенных привилегированных два пути - (Active Constellation Extension - расширение активного созвездия) и TR (Tone Reservation - сохранение тона). Чем меньше значение PACO, тем выше эффективность мощности передатчика. Оба метода могут быть использованы в то же время. Одновременно, однако я, первый предпочтительным для созвездий с меньшим количеством векторов QPSK, второй - с большим QAM. Каждый метод имеет отсталых и Ances. Использование ACE приводит к снижению отношение сигнал / шум на входе приемника и использование TR снизит пропускную способность канала, так как предполагает использование специальных носителей для передачи сигналов коррекции ния.

Спецификация DVB-T2 включает в себя два дополнительных инструментов, термины, где могут быть использованы для расширения кадра. Во-первых, структура кадра DVB-T2 обеспечивает возможность введения более несуществующий тревогу для этого типа кадров еще не разработаны, чтобы определенных типов сигналов [2].

То есть, содержание этих кадров FEF (Future Extension Frames) пока не определено, и определяется только структуру заголовка. Включение соответствующих спецификации сигнализации DVB-T2 приемников позволит первое поколение распознать и игнорировать FEF-фрагментов. Но сегодня защищены пространство обеспечит обратную совместимость с первых систем передачи. Какие будущее в этой тревоги будут нести информацию о новых типов контента.

DVB-T2 также включает сигнализацию для будущего применения частотно-временной слотов раскола (TFS - время частоты среза). Хотя основная спецификация TFS предлагает бесплатный прием, сигнализация в баллы, которые позволяют в будущем приемник с двумя тюнерами, работающих с TFS - сигналов. Этот сигнал будет занимать несколько радиочастотным каналам и различные услуги каждого из фрагментов, как правило, передается на разных частотах. Приемник настроен принимать с канала на канал, собирая данные по немного, относящихся к службе. Это будет генерировать пакеты с существенно больше, чем те, которые разрешены для частотного канала, который, в свою

очередь, позволит выигрышу посредством статистического мультиплексирования значительного количества каналов и частотного планирования размеров.

Сравнение основных параметров в передаче сигналов в DVB-T и DVB - T2, можно сказать, что устойчивость к помехам, качество изображения, скорости передачи и других параметров сигнала из сигнала DVB - T2 примерно 1,48 раз лучше DVB-T. Также неоспоримым преимуществом нового стандарта является то, что емкость цифровых телевизионных сетей увеличивается как минимум на 30% по сравнению с тем же ресурсам и сетевой инфраструктурой [2].

2 Характеристики системы цифрового телевидения

2.1 Энергетические параметры радиопередающих устройств

В соответствии с различными нормативными документами, регламентирующими алгоритмы преобразования потока информации и сигнала на всех этапах - от передающей камеры до приёмного монитора, проектированию подлежит ряд составных частей приёмно-передающей системы. Так, согласно требованиям упомянутых стандартов и общих принципов построения систем радиосвязи, в состав передатчика входят следующие устройства:

- 1) мультиплексор;
- 2) модулятор;
- 3) преобразователь частоты и предварительный усилитель;
- 4) усилитель мощности;
- 5) фильтр внеполосных составляющих спектра выходного колебания;
- 6) антенно-фидерное устройство.

Эти устройства обеспечивают входной преобразования в радиосигнал, последовательность в радио, передача этого радиосигнала заданном диапазоне частот, усиление, фильтрацию и излучение колебания, приводящие к определённому зону пространства. Учитывая как передающее устройство выполняющее все перечисленные функции, можно сформулировать следующие основные специфические для систем:

- 1) требования к $P_{ср}$ средней мощности выходного колебания;
- 2) требования к $P_{п}$ пиковой мощности колебания;
- 3) требования к соответствию с полосы внеполосных составляющих;
- 4) требования к значению вероятности $p_{ош}$ ошибочного приема (почти - коэффициентам ошибок BER) на выходе специально в приемнике измерения. Рассмотрим, прежде всего, фундаментальные и количественные соотношения оценки, чтобы помочь определить энергию, необходимую для параметров радиоустройств. [4].

Величина $P_{ср}$ определяется на основе конкретных условий вещания в том числе размер зоны обслуживания, размещения высокая и усиление антенны и предложил повторно верстак.

Приблизительная условия вещания взаимосвязи между $P_{п}$ и $P_{ср}$, как правило определяется исследованием изначально теоретические материалы и основные результаты экспериментов в экспериментальной области радиовещания. Предполагается, что эта цифра будет продолжать улучшаться во время разработки и внедрения отдельных элементов. Решение этой проблемы видится как часть проблемы для оптимизации условий для усилителя силовые элементы и полосовой фильтр. По стоимости технических решений для реализации усилителя мощности

внеполосный фильтр и компоненты должны быть выбраны так чтобы обеспечить минимальный общую стоимость передатчика. Вероятность ошибочного приема регулируется только соответствующие стандарты и дизайн передатчика должны быть приняты меры, чтобы уменьшить влияние различных рода искажения на этом параметре. Таким образом, в подготовке, для Например, разработка технических спецификаций для передатчика достаточно определить значение их средней мощности. Рассмотрим соображения лежащих в основе определения энергетических характеристик передающего устройство.

Как показывает опыт, для безусловного получения цифровой телевизионного вещания в ДМВ диапазона 1 должен предоставление напряженности поля ниже 900 мВ/м относительно. Соответственно, уровень 1мВ / м, что соответствует 59 дБ.

Ожидается, что именно в этом диапазоне будет сосредоточено наибольшее число коммерческих телевизионных каналов:

- а) потери при рассеянии радиоволн в лесопарковых зонах;
- б) интерференционные потери, вызванные переотражениями радиоволн от поверхности крупных объектов (особенно данный фактор влияет при организации мобильного телевидения). Рассеяние энергии радиосигнала на неровностях поверхности Земли;
- в) поглощение радиоволн в водяных парах и осадках. Потери за счёт отрицательной рефракции в атмосфере;
- г) различные помехи естественного и искусственного происхождения.

Для учета этих факторов в настоящее время развитой но большое количество методик оценки уровней напряженности поля. К сожалению, ни один не универсально подходит, когда различные условия распространения, т.е. требуют уточнения Тيون как развертывание радиовещательной станции:

$$E = E_{med} + \kappa(T) + \kappa(L) + \kappa(\Delta h) + P_{изл}, \quad (2.1)$$

где все величины выражены в децибелах.

В выражении (2.1) из уровня E_{med} является средним медианным уровнем напряженности поля, которые обеспечивают 50 % времени и 50 % в приемных. Эти значения определяются на основе графиков построен на основе многочисленных измерений разные страны. Графики выразить зависимость E_{med} от g и H для случай в горной местности (перепад высот), в окрестности Δh прием центры около 50 метров [5]. Остальные члены являются поправочные коэффициенты зависят от процента времени, $\kappa(T)$ и процента пунктов приема $\kappa(L)$ в котором напряженность поля выше, чем в среднем. К коррекция $\kappa(T)$ вводится, если Δh заметно отличается от 50 м; в противном случае этой поправкой можно пренебречь. [5].

2.2 Условия определения зоны покрытия

Каждый оператор должен начать планировать свою сеть, должны ответить на вопрос: какова должна быть зона обслуживания телецентра. Зона покрытия называется область вокруг передачи центра на границе, что гарантированно получает заданную качество. Слово " гарантировано " весьма условно, так как на самом деле качество приема зависит от нескольких факторов: получение спецификаций по установке, местность, условия использования в месте приема, времени суток и года, погодные условия и т.д. Кроме того, в определении зоны покрытия предполагается, что диаграмма направленности передающей антенны имеет круглую форму, в то время как фактические стандарты допустимая схема неравномерность азимут самолет может достигать 3 дБ, что соответствует удвоенному изменению мощности передачи [6].

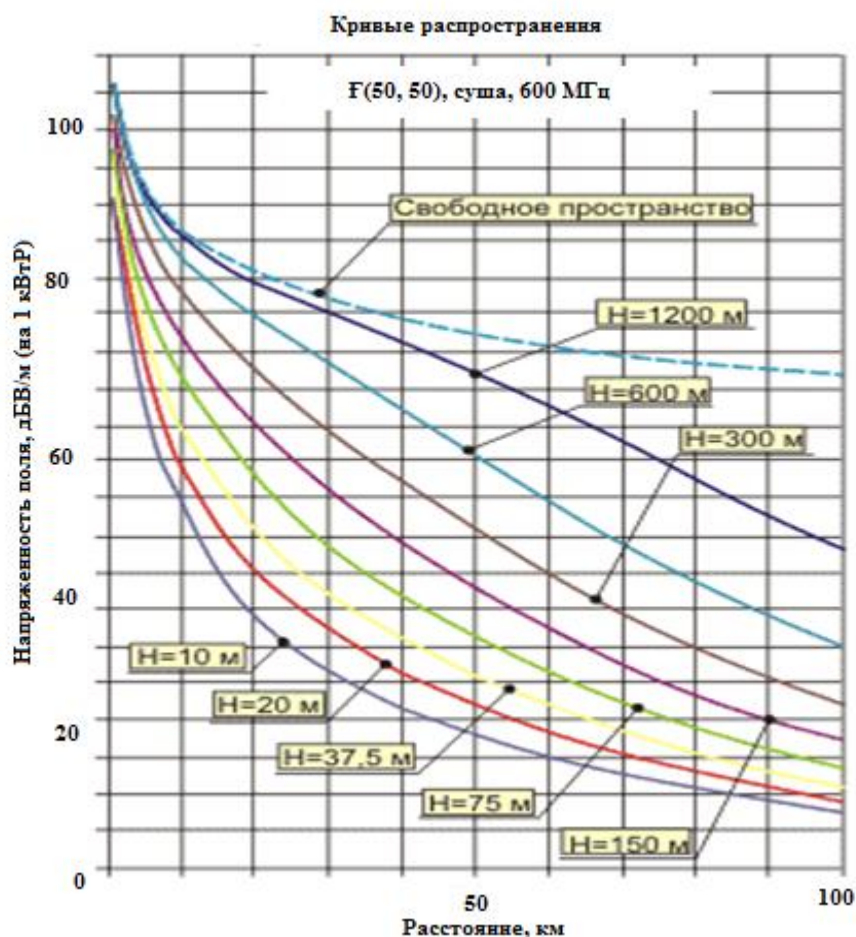


Рисунок 2.1 - Зоны покрытия

Зона обслуживания пограничной определяется как геометрическое место точек, в которых значения прочности на местах нормированы на 50% времени 50% от передних сидений. Эти значения определены расчетным путем на

основе спецификации утвержденных приемных сооружений, с учетом помеховой обстановки. Радиус зоны покрытия, то есть расстояние от передатчика действует до принимающий объект, который может обеспечить прочность предыдущем поле не определяется так называемых кривых распространения содержащихся в Рекомендациях Международного союза электросвязи (МСЭ-R P 0,1546 к 1). Пример семейства кривых ($F = 600$ МГц) $E = F(R)$ представлена на рисунке 2.1. Кривые распространения радиоволн обобщить результаты многочисленных полевых измерений, проведенных в Европе и Северной Америке. Строятся для различных диапазонах (100 МГц до 2000 МГц) и на разных антенн высоты подвески передающих (10 м до 1200 м). Рекомендации по использованию таких экспериментальных кривых, представленных в ETSI TR 101 190 v.1.2.1 (2004-11) для систем на базе 102 377 v.1.2.1 систем DVB-T и ETSI TR (2005-11) для DVB-H систем. При построении кривых предполагается, что мощность, излучаемая передатчика 1 кВт, и коэффициент усиления передающей антенны 0 дБ (полуволна диполь). Высота приемной антенны для всех случаев приняты $h = 10$ м. Чтобы вычислить, что создает особое трений передатчик на данной дистанции, необходимо продлить кривую реальной высоте подъема передающей антенны для определения интенсивности поля и добавить (алгебраически) значение эффективной излучаемой мощности (в дБ относительно кВт) [15,16].

Например, на основе условий приема необходимых напряженность поля 40 дБмВ/м, необходимой для расчета минимальной мощности гарантированный передатчиком антенного усиления передающей 8 дБ и потери 75м в высоту езды питатели 1 дБ. Используйте кривые на рисунке 11 мы видим, что напряженность поля 40 дБмВ / м соответствует радиусу охвата 38 км. Мощность передатчика определяется как: $P [\text{дБ кВт}] = -8 + -7 \text{ dBkVt} = 1$ эквивалентно выходной мощности 200 Вт (0,2 кВт). Обратите внимание, что увеличение выходной мощности до 2 кВт (то есть, 10 дБ), равной (но не фактически, что увеличивает пропорционально мощность передатчика) напряженность поля 30 дБмВ, что эквивалентно увеличению радиопокрытия до 76 км (т.е. в 2 раза по сравнению с начальным значением), и мощность передатчика должна уже 22 кВт (вместо 200 Вт). На основании рисунка 4 можно видеть, что увеличение высоты подвески передающей антенны до 300 метров, охватывающий 80 км радиус мощности передатчика требуется только 2 кВт [11].

Очевидно, что условия приема в данной точке определяется электрическим полем. Оба напряженность поля, а также возможность приема сигнала зависит от ряда факторов, основными из которых являются [18]:

- 1) условия распространения;
- 2) поляризация света;
- 3) рабочие длины волны;
- 4) прием (расстояние от передающего телецентра);
- 5) холмистая местность;

- 6) превышение передающей и приемной антенны;
- 7) потеря источников питания датчика;
- 8) Защитное отношение С/Ш.

Таким образом, для $F = 5$ дБ, $M = 7,61$ МГц (стандарт DVB-T), $T_P = 292$ °К, $C/N_{\min} = 18$ дБ (см. таблицу 2.1) и усиление приемной антенны $G_A = 14$ дБ, нужное значение интенсивности минимальной поля $E_{\min} = 36,1$ дБмВ / м, что эквивалентно охватывает 32 километров, когда передатчик 200 используется с антенной усиление передачи 7 дБ, а высота подъема 40 м. Из выше изложенного видно, что факторов, влияющих на радиус зоны покрытия, достаточно много, что требует использования машинных методов расчета.

Расчет радиуса ЗП производится по выражению (2.2) [18].

Уравнение для расчета напряженности поля при определенных условиях приемки, например, по формуле (2.2) или упрощенная формула:

$$E_{[db\mu V/m]} = 30 + F + \alpha_{\phi} + C/N_{треб} + 20 \lg(f), \quad (2.2)$$

где F - шум первого активного устройства в выходном усилении приемной антенны дБ (сам или СТБ усилителя топовый);

α_{ϕ} - потеря фидера между антенной и усилителя устройства, дБ;

С/Ш - подтверждение требуемое отношение несущей к шуму в зависимости от выбранного режима передатчика (формат модуляции и т.д.).

Для начала изучить зависимость диапазона ЗП приема в зависимости от высоты антенны приема суспензии. Как здесь, так и в будущем, расчет выполняется на средней стоимости поля E (50/50), чтобы МГц суши 600 МГц. В конечном счете, большинство читателей заинтересованы в этих или других графических зависимостей в абсолютной шкале, а не в стандартизированной форме. Зависимость $R = F(H)$ для различных значений p показана на рисунке 2.2. Тщательный анализ рисунок 2.2 показывает, что формула 2.2 дает очень высокую точность расчетов.

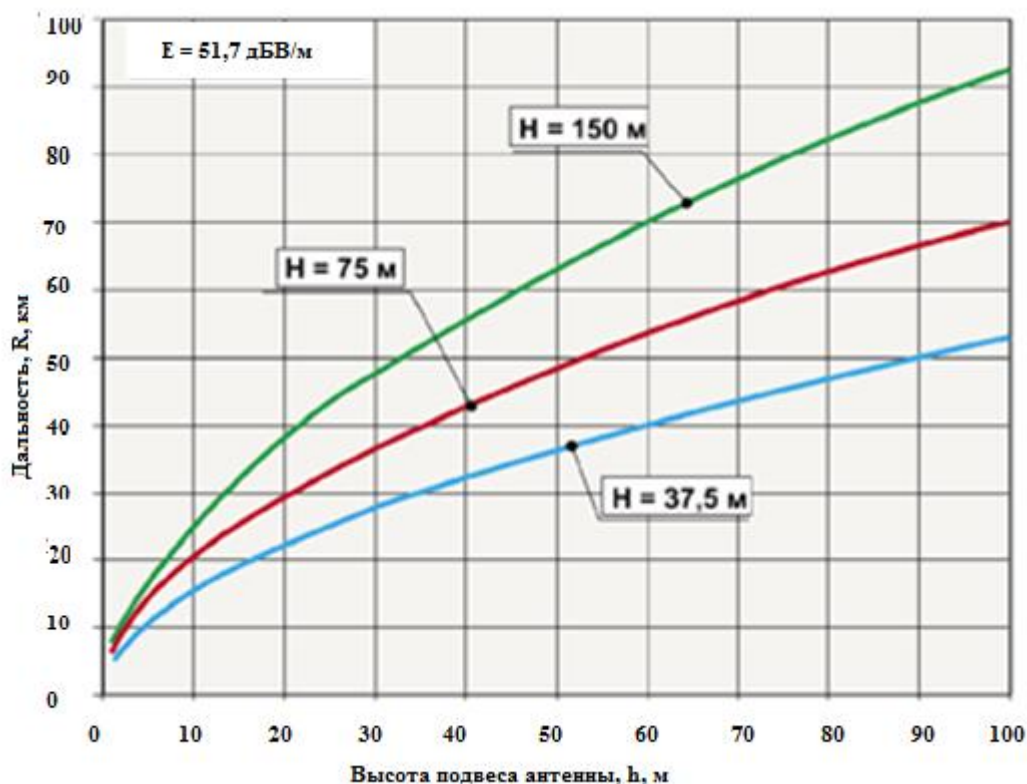


Рисунок - 2.2 Зависимость высоты подвеса антенны от дальности

Остановимся на некоторых участках. Рисунок 2.2 показывает спектр носителя шум (C / N) на разных высотах превышение передающей антенны N . Очевидно, что минимальный требуемый C / N зависит от формата модуляции, то есть требуется скорость передачи данных. Рисунок 2.3 показывает, что, варьируя формат модуляции, вы можете изменить диапазон в три раза, что очень примечательно.

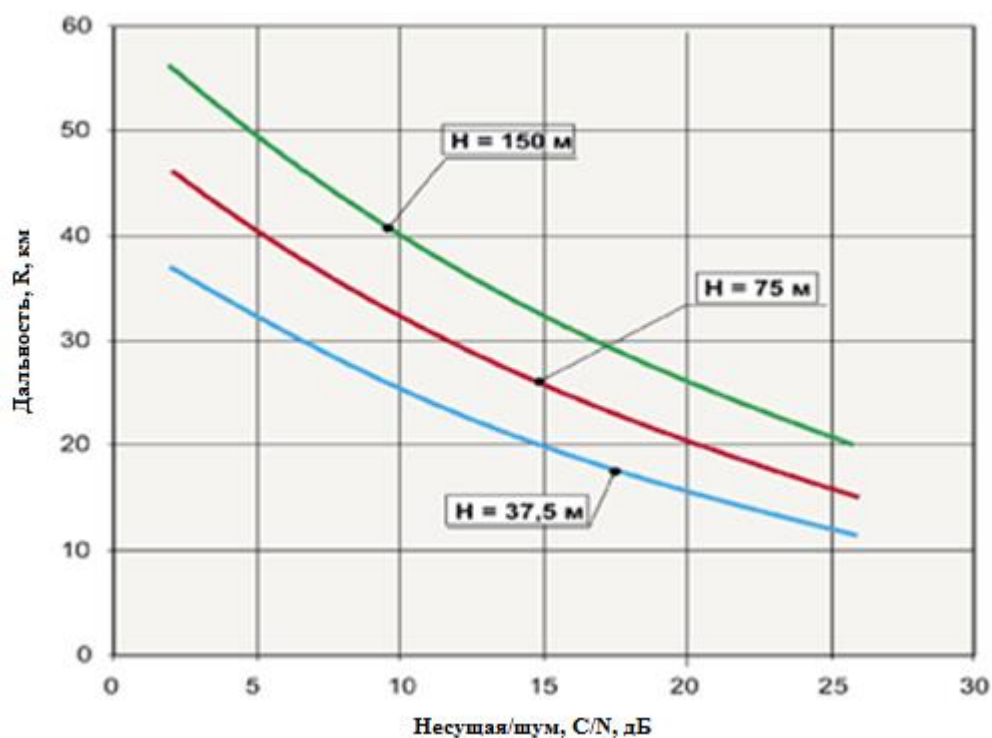


Рисунок - 2.3 Зависимость дальности связи от эффективного излучения

Перейдем к главному вопросу: это зависит от диапазона эффективной R_{EIM} излучаемая мощность. Такие абсолютной шкале участки на разных высотах H и $ч$ приведены на рис. Может. Экспертиза рисунок 2.4 ясно показывает, что фактический диапазон радио далеко регулирования 6 дБ (Радио известное уравнение или правила, которое говорит, чтобы увеличить диапазон радио должны увеличить в два раза мощности передатчика в четыре раза или на 6 дБ) . Это правило распространяется только на пространстве, т. е. в отсутствие влияния Земли. Рисунок 2.5 такая же график $R = F(R_{EIM})$ для малых мощности излучения R_{EIM} . Напомним, что в соответствии с R_{eim} продукта переработки мощности, подводимой к антенне и ее выгоды. Поэтому, если потребляемая мощность составляет 200 Вт, а коэффициент усиления антенны 7 дБ, то $R_{EIM} = 1$ кВт.

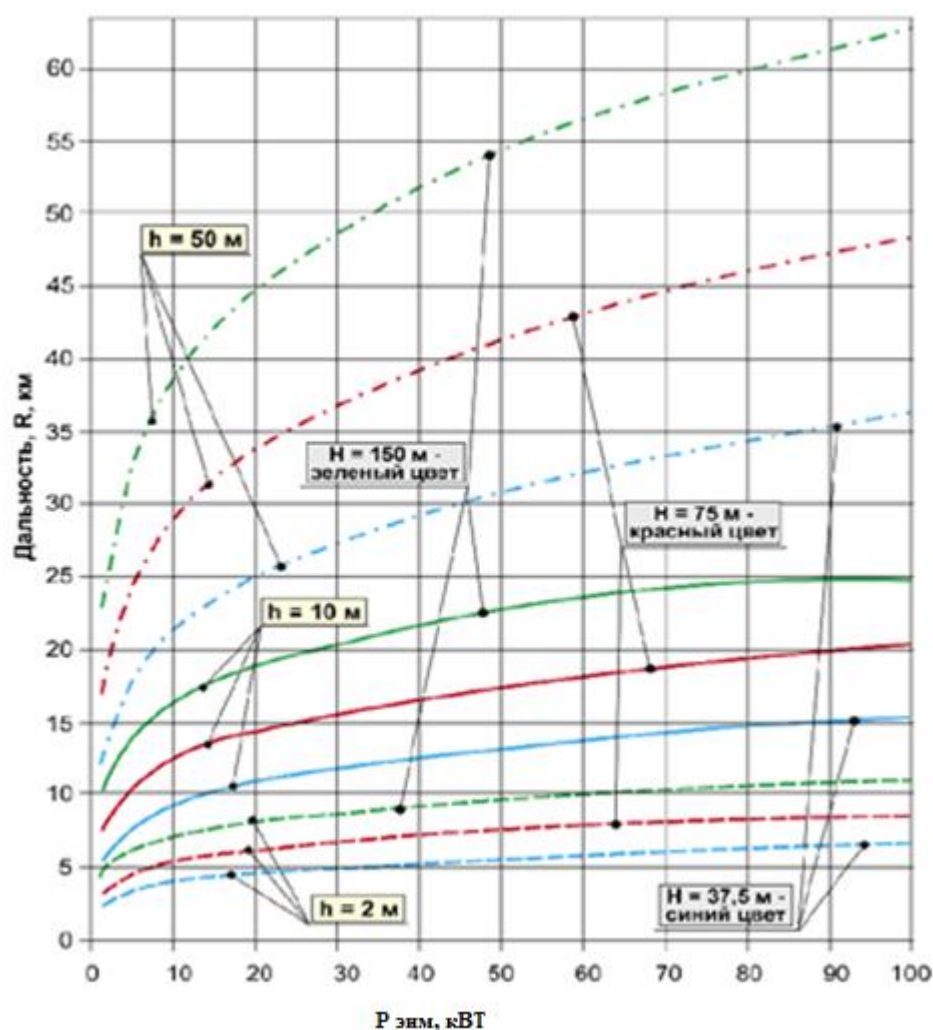


Рисунок 2.4 - Результат расчетов ЗП

Теперь мы оцениваем как изменение радиуса ЗП, в зависимости от высоты передающей антенны присутствии фактического фидерного N потери неизбежно всегда существуют между выходом передатчика и входной мощности антенна. Для простоты будем считать, что сам передатчик расположен у основания мачты, а шнур питания длиной L с потерями на единицу, равную высоте мачты, т.е. $L = H$. В этом случае потеря определяется по формуле::

$$\alpha_{\phi[\text{db}]} = \frac{\alpha_0 H}{100} \sqrt{\frac{f}{f_c}}. \quad (2.3)$$

Результаты расчетов на основе СР в пределах высоты H антенны в различных потерь фидеров показаны на рисунке 2.4. Все кривые приведены для выходной мощности передатчика $P = 1$ кВт и усиления антенны $G_a = 0$ дБ. Кривые показаны красным соответствуют нулевым потерь фидера, то есть $P = 1$ кВт Reim (30 дБВт). Эти кривые аналогичны тем, которые обсуждались

выше рисунок 2.4. Рисунок 2.4 показывает, что наличие потерь подачи снижает эффективность извлечения передающей антенны должны быть предоставлены каждому Н. минимизировать потери мощности (в том числе потери разъемы, фильтры, комбайнеров и т.д.), используйте кабель с наименьшими потерями на единицу и, как можно ближе приблизить себя передатчик для передачи антенны.

Определение покрытия является наиболее важным передатчик для расчета критерия сети в целом (одночастотных сетей особенно разветвленные - SFN). Расчет ЗП на основе фактического существующего рельефа очень трудоемкая операция только квалифицированным персоналом. Даже на ранних стадиях планирования сети неизбежно встает фундаментальный вопрос: то, что общественность (зона обслуживания) будет выбран в коробке передач, или обратную задачу: какова должна быть мощность передатчика необходим для формирования ЗП.

Понятие "гарантировано" весьма относительна, так как на самом деле качество приема зависит от многих факторов: параметры БВУ, местности, времени суток и года, и т.д. RFP граница определяется как locus точки, в которых напряженность поля E значения (т.е. минимально допустимый количество) в течение времени T в L % мест приема нормированы. Как правило, поле характеризуется средней называемый срединной $E_{\text{мед}}$.

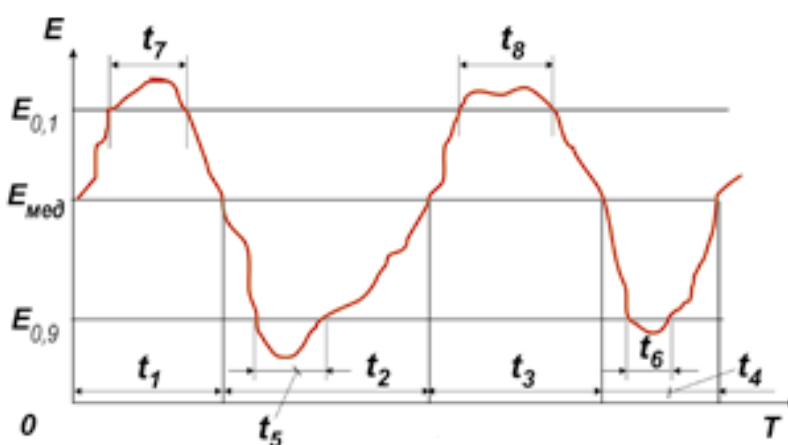
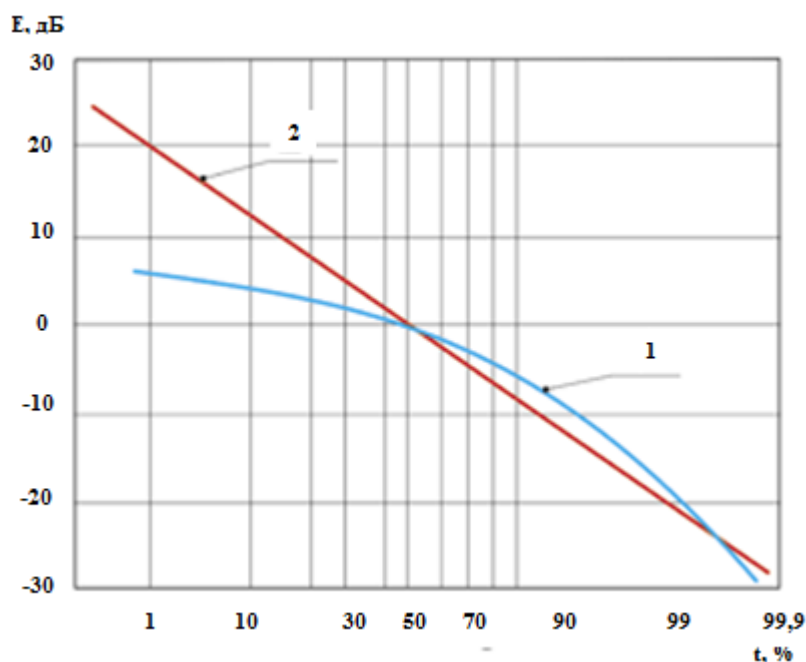


Рисунок 2.5 - Средний уровень, превышаемый в 50 % времени приема

Этот уровень выше 50% времени (рисеујг 2.5). Описывая средний уровень принимаемого сигнала, средняя не отражает его отклонение от средней величины, т.е. глубину затухания или более. Два сигнала с тем же средним уровнем могут претерпевать различные отклонения. Также медианные значения также используются другие уровни превышают заданного времени T процент приема и регистрируется в качестве $E(T)$. Затем средний $EAV = E(50)$, и уровни, превышающие 90 % и 10 - $E(90)$ и $E(10)$ (который иногда называют

$E(0)$ 9 и 1 соответственно). Случайные изменения в напряженности являются быстрым и медленным (не путать с обычными суточными и сезонными изменениями в уровне напряженности поля).

Случайные быстрые изменения длительные доли секунды до нескольких минут, необходимых для интерференционных явлений, и они повинуются распределение Рэлея (например, кривая 1. рисунок 2.6). Медленное изменение связано с изменением погодных условий и подлежат обычной логарифмическому закону (линия 2 на рисунке 2.6). Уровни функции распределения можно определить время, в течение которого полученный сигнал будет отличаться от медианы на данный момент времени и (например, 3 дБ) значение, и наоборот.



1 - закон распределения Рэлея, 2 - нормальный логарифмический закон

Рисунок 2.6 - Распределение Релея

Уровень сигнала зависит от (местных) условий, которые зависят от одной точки к другой (например, 10 м и 100 м). Они необходимы условия я уровень сиденье, в котором напряженность поля превышает указанный уровень, и обозначается как $E(L)$. Распределение $E(L)$ также подлежит логнормального закона. Обычно записывается как напряженность поля $E(T, L)$.

Чаще всего на практике, напряженность поля выражается в логарифмических единицах, как (дБмкВ/м). Абсолютное значение напряженности поля из-за простой логарифмической отношений:

$$E_{[\text{дБ}\mu/\text{м}]} = 20 \lg E_{[\mu\text{В}/\text{м}]}, \quad (2.4)$$

$$E_{[\mu V]} = 10^{(E_{[db\mu/m]}/20)}. \quad (2.5)$$

Напомним, что антенна представляет собой пассивное устройство взаимна, и уровень сигнала, принимаемого на выходе антенны сигнала V_{out} зависит от напряженности электрического поля E , частоту канала? и его прирост по сравнению с полуволнового вибратора G_a :

$$U_{вых[db\mu V]} = 33,6 + E_{[db\mu/m]} + G_{a[db]} - 20\lg(f)_{[MHz]}. \quad (2.6)$$

На рисунке 2.7 показана зависимость $V_{out} = F(E)$ на разных частотах для полуволнового диполя, то есть, для поля $dB.Napryazhennost$ $G_a = 0$ E зависит от эффективной мощности передатчика Re_{im} (определяемого путем умножения мощности передатчика P на коэффициент усиления G в одном направлении с учетом излучается, т.е. $RE_{IM} = PG$) и их расстояние R от точки считаются приема:

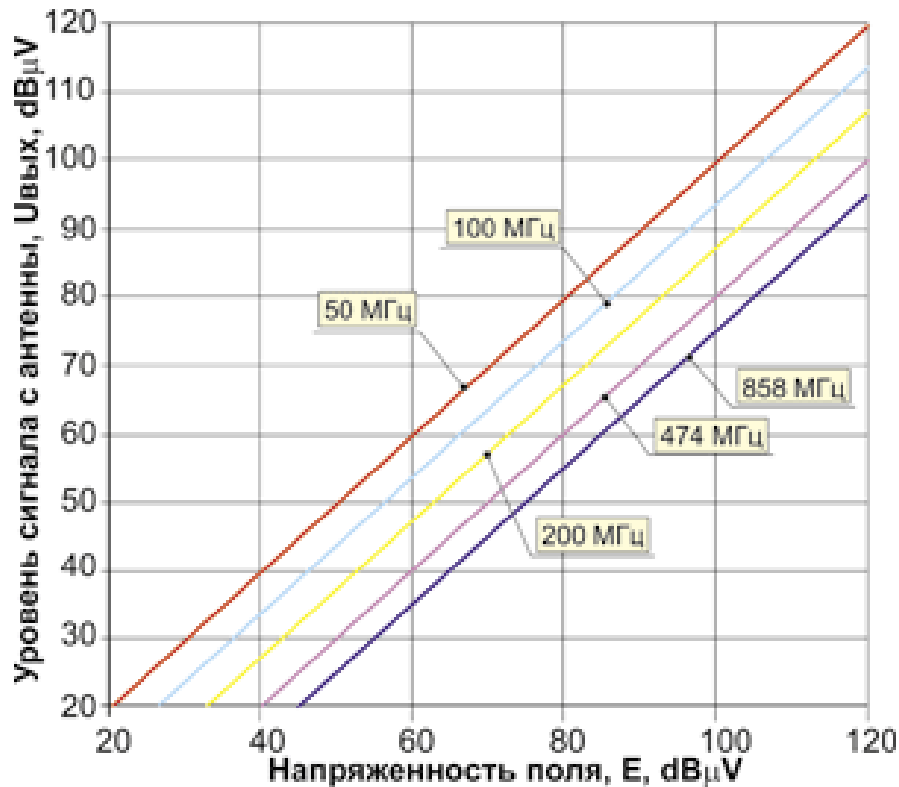


Рисунок 2.7 - Удаление от рассматриваемой точки

$$E_{[db\mu/m]} = 106,5 + P_{[кВт]} + G_{[db]} - 20\lg R_{[км]}. \quad (2.7)$$

Выражение (2.7) справедливо только для однородного пространства с $\epsilon = 1$. Другими словами, выражение (2.7) "работает" только при очень высоких отметках передающей и приемной антенн, т.е. когда

влияние Земли можно пренебречь. Естественно, на практике эти условия встречаются крайне редко, и ослабление радиоволн гораздо выше, особенно за пределами прямой оптической видимости:

$$R_{0[\text{км}]} = 3,57(\sqrt{H_{[\text{М}]}} + \sqrt{h_{[\text{М}]}}). \quad (2.8)$$

На практике чаще используют широкий спектр радиопокрытия, что немного больше, чем оптической дифракции в связи с частичным и слабой рефракции в нижних слоях атмосферы:

$$R_{\text{P}[\text{км}]} = 4,12(\sqrt{H_{[\text{М}]}} + \sqrt{h_{[\text{М}]}}). \quad (2.9)$$

Расчет ЗП в общем случае сводится к решению двух уравнений:

1. Расчет допустимой напряженности поля E_{min} минимума, необходимого для нормального рецепторного комплекса (например, мобильного терминала DVB-H).

2. Расчет фактической напряженности поля передатчика во время условий распространения данных -. $E(T, L)$.

Приравнявая эти два значения напряженности поля рассчитывается передатчика "диапазон" для конкретных требований приема. Начнем с расчета минимальной позволило напряженность поля Эмина. От теоретических основ известной напряженности электрического поля E в точке приема определяется по формуле

$$E = \sqrt{4\pi\eta \cdot \frac{P_{\text{вх}}}{G_0} \cdot \frac{f}{c}}, \quad (2.10)$$

где $\eta = 120\pi$, Ом;

$c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость света;

$P_{\text{вх}}$ – требуемая мощность приемника.

Выражение (2.10) удобно переписать в логарифмическом виде, сделав соответствующие численные подстановки и преобразования:

$$P_{\text{вх.min}[\text{dbm}]} = 10 \lg(kT_A \Pi) + F_{[\text{db}]} + C/N_{[\text{db}]}, \quad (2.11)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К - постоянная Больцмана.

Мы будем настаивать на шумовой температуры T_A . Понятие шумовой температуры антенны - абстрактное понятие. Антенна себя как "железа" на самом деле не производит шума. Тем не менее, он считает, что необходимо шума, что приводит в этом диапазоне частот (50-1000 МГц) являются пространство шум, промышленные шумы, шум от земли и атмосферных помех (шумов ночь более в день). Шумовая температура антенны в зависимости от

времени года и суток меняется довольно широко (эти изменения хорошо заметны на частотах ниже 400..500 МГц).

В 1995 году иностранные публикации Песков С.Н. был эмпирическое выражение для расчета T_A в диапазоне частот.

Обратив внимание на все три графика, можно заметить, что шумовая температура антенны в диапазоне ДМВ T_A 300 К с погрешностью не более $\pm 1,5$ dB. Именно это значение и рекомендовано к инженерным расчетам. Тогда минимальное значение напряженности поля E_{\min} (2.10) с учетом (2.11) запишется в удобном для расчета виде:

$$E_{\min[\text{dB}\mu\text{V}/\text{м}]} = -30 + F + \frac{C}{N} - G_A + 20\lg(f). \quad (2.12)$$

Специфика зоны покрытия для DVB-H является то, что такой прием является мобильным, то есть поток реализуется. Когда мобильный терминал перемещается вызвано доплеровский сдвиг частоты F пропорциональна радиальной скорости (по отношению к центру вещания) терминал перемещается. Влияние доплеровского сдвига частоты рассматривается в приемнике в виде шума (помех), что способствует *mezhdnesuschuyu* помех (одноканального помех - ICI). Поэтому ICI пропорциональна радиальной скорости приемника (V ? потому что?) и более выраженным при более высоких частотах. При значительных уровнях ICI (использует специальные методы для борьбы обработку сигнала) Демодуляция сигнала COFDM (ортогональных поднесущих) становится невозможным. Наличие доплеровского сдвига частоты ограничивает максимальную скорость мобильного терминала. Математически показали, что, когда доплеровский сдвиг F_d вблизи предельного значения $F_{d,\max}$, увеличение C/N требуется очень сильно (рисунок 2.8). Чтобы вычислить максимальный радиальный скорость объекта подлежит доплеровской частоты $F_{d3\text{dB}}$, в которой C/N превышает минимальное значение, необходимое на 3 дБ (рисунок 2.8).

Очевидно, что 2k режим является более стабильным по отношению к доплеровского сдвига частоты (то есть, возможность мобильного приема в высших возможных скоростях) из-за частотного разделения между перевозчиком в этом случае максимальна.

Максимальная скорость перемещения объекта на двух частотах (частота крайности рекомендуется для DVB-H) и режимов работы, наиболее часто используемых (DVB-H, малость Экран не требует высокой скорости, но требует при минимальном C/N).

Должны сказать несколько слов о встроенной антенной усилением мобильного терминала. Очевидно, что размеры этой антенны малы по сравнению с длиной волны ($< 1/10$), даже если индуктивные удлинители (особенно встроен емкостный компенсации индуктивности) и согласующего устройства обеспечивает низким усиления антенны (G_A). Значения рекомендуется усиление антенны встроены в мобильном терминале.

3 Теоретический расчет зоны покрытия города Астана

3.1 Выбор оборудования для вещания телепрограмм

С 3 июля 2012 года в городе Астана реализована цифровое вещание в стандарте DVB-T2.

В данный момент в г. Астаны вещаются 22 цифровых телевещательных программ. Сформировано два мультиплекса.

1 мультиплекс включает 15 телепрограмм:

- 1) Казах ТВ;
- 2) Балапан;
- 3) Хабар;
- 4) Казахстан;
- 5) Еларна;
- 6) Мадинет и Билим;
- 7) 7 Канал;
- 8) 7 Казахстан;
- 9) 24 KZ;
- 10) Мир;
- 11) Астана;
- 12) Евразия;
- 13) КТК;
- 14) 31 Канал.

2 мультиплекс 8 телепрограмм:

- 15) Балапан HD;
- 16) СТВ;
- 17) Алматы;
- 18) НТК;
- 19) ТАН;
- 20) Областное;
- 21) ХИТ ТВ;
- 22) МУЗОН.

Для вещания цифрового телевидения в г. Астана выбран два передатчика фирмы Rohde & SCHWARZ NV8606V и выделены частоты на 48 и 50 дециметровом канале центральная частота которых $48 = 690$ МГц, $50 = 706$ МГц. Данные передатчики находится в Гермоzone РТС «Астана».

В качестве передающей антенны выбрана панельная антенна типа 772 549, 772 550 производство фирмы KATHREIN Германия. Данная антенна находится на отметке 188 м в телебашни. Характеристика передающей антенны приведена в таблице 3.1.

Передающая антенна с коэффициентом усиления 11 дБ с конфигурацией 4x4, обеспечивает круговую диаграмму направленности с коэффициентом

усиления и максимальной мощностью 16 кВт. Можно было бы выбрать антенную систему и с более высоким коэффициентом усиления, в этом случае диаграмм направленности будет сужаться. Выбранная антенная система для г. Астаны является оптимальной.

Т а б л и ц а 3.1 - Характеристика передающей антенны

Тип антенны	772 549 772 550
Диапазон частот	470-860 МГц
Усиление	11 дБ
Вес	12кг
Размеры	1000/500/190
Максимальная мощность	16 кВт
Поляризация	Горизонтальная
Максимальная ветровая нагрузка	225км/ч
Входное сопротивление	50 Ом
Разъем	7-16 female
VSWR	<1.1
Материал корпуса	Фиберглас, УФ защита
Ширина ДН по вертикали	28 ⁰
Ширина ДН по горизонтали	62 ⁰

Для подачи сигнала с выхода телевизионного передатчика на передающую панельную антенну выбран коаксиальный кабель НЖ9-50 производство фирмы ANDREW США.

Технические характеристики кабеля:

- 1) затухание - 0,695/100м;
- 2) волновое сопротивление - 50 Ом;
- 3) размер диаметра - 5 дюймов;
- 4) вмещаемая мощность - 6,09 кВт.

Антенно-фидерная система выбрана с большим запасом мощности для того чтобы в дальнейшем через мосты сложения подать на неё ещё несколько цифровых передатчиков. Это даёт возможность увеличить количество вещаемых коммерческих каналов (до 16 программ коммерческого).

Сравнительный анализ выбранного передающего оборудования с оборудованием других фирм.

Оборудование серии R&S NV8606V - это новое поколение передатчиков УВЧ-диапазона с жидкостным охлаждением для цифрового ТВ.

Для сравнение данного передатчика нами было выбрана Японский передатчик фирмы NEC DTU-51 и Французский передатчик фирмы THOMSON

Elite 1000. Сравнение основных характеристики передатчиков приведен в таблице 3.2.

Т а б л и ц а 3.2 - Сравнение основных характеристики передатчиков

Параметры передатчиков	Rohde & SCHWARZ NV8606V	NEC DTU-51	THOMSON Elite 1000
Выходная мощность, кВт	3,7	2	2,4
Диапазон частот, МГц	470 – 860	470 – 860	470 - 860
Число усилителей	6	5	4
Охлаждение	Жидкостное	Воздушное	Воздушное
Габариты (Ш x В x Г)	600x2000x1100 мм	479x105x630 мм	500x2000x1000 мм
Поддержка стандартов	DVB-T/T2, ATSC, ISDB-T, DTMB	DVB-T/T2, ISDB-T, DTMB	DVB-T/T2, ATSC, ISDB-T
Режим работы (SFN или MFN)	SFN и MFN	MFN	SFN и MFN
Технология изготовления усилитель мощности	LDMOS	LDMOS	LDMOS
Питания	3 x 400 В ± 15 % от 47 Гц до 63 Гц	Трехфазная сеть, 380 В, 50 Гц, 3x4xM51	Трехфазная сеть, 380 В, 50 Гц, винтовые клеммы 4xM5
Модуляция	QPSK, COFDM, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM	QPSK, 16 QAM, 64 QAM,
Кодирование	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6	1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Дистанционное управление	Управление через ПК через стандартный WEB-обозреватель	Управление через ПК через стандартный WEB-обозреватель	Управление через ПК через стандартный WEB-обозреватель

Особенности передатчика фирмы Rohde & SCHWARZ NV8606V является:

- 1) числом усилителя мощности;
- 2) поддержка стандартов DVB-T/DVB-H ISDB-T, ATSC;
- 3) возможность работы в одночастотных (SFN) и многочастотных (MFN) сетях;
- 4) модуляция: QPSK, COFDM, 16QAM, 64QAM, 256QAM;
- 5) переключение входного сигнала без пауз;
- 6) занимает минимум места;

7) система охлаждения.

Усилитель мощности. Благодаря использованию современных технологий LDMOS, усилитель мощности с маленьким размером имеет отличную эффективность и чрезвычайно высокую линейность. Наличие в каждом усилении его блок питания обеспечивает их полной автономии. Перенос тепла к стойке почти полностью отсутствует, так как все отходящее тепло рассеивается через радиатор с жидкостным охлаждением. Таким образом, каждый усилитель имеет встроенную функцию самоконтроля и самозащиту [12]. Все соответствующие рабочие параметры и сообщения об ошибках передаются в модуль управления передатчиком через CAN-интерфейс, использование которых также инновационное решение. Модуль усилитель может быть легко заменен в процессе. Там построены в защитной цепи отраженного сигнала, перегрева; в нормальном режиме работы при температуре окружающей среды от + 25 °C Температура перехода транзисторов составляет лишь около + 128 °C. Повышение эффективности и увеличение объемов производства стало возможным благодаря использованию новой схемотехники при значительном сокращении термического сопротивления.

Блок управления передатчиком R & S NetCCU800. Инновационная Модуль управления R & S NetCCU800 обеспечивает связь с внутренними и внешними устройствами и выполняет все функции управления.

Если высота корпуса 2U только он работает как контроллер и обеспечивает IP-интерфейс. Текущие данные о состоянии системы передачи визуально отображаются на цветном дисплее. Все необходимые диагностические параметры передатчика и усилителя можно получить как локально, так и удаленно через стандартный протокол (IP) и стандартного программного обеспечения (веб-браузера, SNMP).

Такая организация позволяет поставить точный диагноз состояния автоматической передатчиков и оптимального планирования работ по техническому обслуживанию. Эти данные также могут быть считаны с помощью локального модуля управления IP-интерфейс.

Система охлаждения (наружный блок, расположенный за пределами стойки передатчика) состоит из насосных агрегатов стеллажи передатчиков.

Насосный агрегат состоит из двух насосов и модуля управления последовательно соединенных обеспечивает абсолютную избыточность. Теплообменник каждого насосного агрегата монтируется снаружи отсека передатчика. В целях повышения надежности теплообменника оснащен двумя вентиляторами, работающими в режиме загрузки в режиме ожидания. Используемый хладагент AntifrogenN. Для экономии энергии, модуль управления регулирует насосы оборотов двигателя и поклонников в зависимости от наружной температуры.

Rack передатчик. Передатчик находится в переднем шириной 600 мм. Занимает минимум места, предоставляя установку в ту же стойку, как и другие составляющие - гармонические фильтры, соединительные, власти, направленных ответвителей и перенапряжения оборудования.

Разъемы для модулирующих сигналов (TS) и интерфейс дистанционного управления (для передачи сообщений и команд) расположены в верхней части стойки. Соединения для внешней системы охлаждения могут быть размещены в верхней или нижней части стойки. Для обеспечения же расход и предотвратить засорение системы охлаждения трубы имеют одинаковый поперечное сечение.

Усилитель мощности поставок, связанные непосредственно к источнику переменного тока, что еще больше увеличивает боевой готовности передатчиков. Система охлаждения, расположенный в стойке, изготовлены из нержавеющей стали, алюминия или пластика. Усилитель выполнен в виде полностью полного модуля и могут быть легко заменены во время выполнения, оно не вызывает разгерметизации замкнутой системы охлаждения и нарушение других модулей. Все передатчики позволяют устанавливать второго агента (резервного) с автоматическим коммутационным модулем.

3.2 Расчет фидера

Устройство подачи в качестве термина, используемого в области радиосвязи, и средство радиочастотного кабеля (или волновода) усилена разъемы для передачи сигнала от передатчика к антенне. Основной целью фидера - посылая сигнал от передатчика к антенне без искажений.

При выборе корыто и перемычки для радиосистем, радио и телевидение должны руководствоваться и учитывать следующие факторы:

- 1) сопротивление;
- 2) коэффициент затухания кабеля к рабочей частоте передатчика;
- 3) допустимая средняя кабель питания к частоте передатчика;
- 4) он имеет право.

Характеристический импеданс источника питания зависит от расстояния между кабелями и типа диэлектрической между ними, а также от диаметра проволоки.

Характеристический импеданс является чисто активным и не зависит от частоты и длины подающего устройства.

Характеристический импеданс 50 Ом (как правило, иногда 75 Ом), выходной импеданс передатчика и импеданс антенны должны быть одинаковыми. Это обеспечивает режим передачи с минимальными искажениями сигнала [13].

Потери мощности в фактор определяется питающего кабеля ослабление сигнала на частоте передатчика, умноженной на ее длины:

$$\alpha = \alpha_n \cdot l, \quad (3.1)$$

где α_n - коэффициент затухания кабеля на частоте передатчика(удельное затухание), (дБ/м);

l - длина фидера, (м).

Коэффициент затухания, как правило, нормализуется к стандартной температуре окружающей среды 20 °С и показаны в контрактные документы или спецификации конкретной марки кабелей. Фидерных кабелей - кабели является низкие потери. Коэффициент малым затуханием в основном обеспечивает высокие электрические свойства материалов (медь и полиэтилен) кабельных и конструктивных действий - трубчатые проводники и изоляционные пены или kordelnaya. В таких кабелей, изоляция включает 85-90 % воздуха. Рассчитаем коэффициент затухания на нужной частоте по формуле:

$$\alpha_n = \alpha_c \cdot \sqrt{\frac{f_n}{f_c}}, \quad (3.2)$$

где α_c - затухание фидерного кабеля.

Коэффициент затухания фидера, при ближайшей к частоте передатчика на единицу длины (1м) – 600 МГц - 0,695/100 м.

Для 48 канала $f = 690$ МГц:

$$\alpha_n = 0,00695 \cdot \sqrt{\frac{690}{600}} = 0,0074 \text{ дБ},$$

$$\alpha = 0,0074 \cdot 206 = 1,52 \text{ дБ}.$$

Для 50 канала $f = 706$ МГц:

$$\alpha_n = 0,00695 \cdot \sqrt{\frac{706}{600}} = 0,0075 \text{ дБ},$$

$$\alpha = 0,0075 \cdot 206 = 1,54 \text{ дБ}.$$

По результатам расчета потери мощности сигнала в фидере составляет для 48 канала - 1,52 дБ, для 50 канала - 1,54 дБ. Фидер диаметром 5 дюймов для обоих каналов обеспечивает минимальное затухание от передатчика до антенны.

3.3 Теоретический расчет зоны покрытия ЦТВ передатчиков

Определение зоны покрытия является наиболее важным критерием передатчика для расчета целое. Данные об охвате являются трудоемкой операцией, которая доступна только профессионалам со специальным программным обеспечением.

Зона покрытия обычно называют область вокруг центра передачи, на границе, что гарантирует, что Вы получите заданного качества. [13] Понятие «гарантировано» весьма относительна, так как на самом деле качество приема зависит от нескольких факторов: получение спецификаций для установки, землю, условий эксплуатации в месте приема, времени день и год, погода. Кроме того, в определении зоны покрытия Предполагается, что форма излучения передающей антенны имеет круглую форму, тогда как фактическая схема в допустимых норм неравномерности азимутальной плоскости может достигать 3 дБ, соответствует удвоенному изменению мощности передачи и, следовательно, ведет к искажению идеальной графике формы.

Область определяется как геометрическое место точек, в которых напряженность поля E нормализуется (то есть, самые маленькие доступные) значения за периоды времени $L\%$ приема (обычно на практике, медианы, т.е. 50% времени принимающей - E , но могут быть и другие критерии, такие как 90/10%).

В каждом случае необходимо строго оговорить условия для поступления. Действительно, условия приема могут быть улучшены, например, путем использования более эффективного антенну (с высоким коэффициентом усиления), поднимая ее на большую высоту, или путем установки маломощный усилитель мачту.

Исправлена стол - это путь, в котором приемная антенна установлена на крыше. При расчете эквивалентной стандартной антенны поле E Предполагается, что высота приемной антенны 10 метров над уровнем земли [13].

Наиболее важные здания на основе DVB-H и DVB-T систем является точной и правильной вещью. Определение зоны покрытия, особенно для сетей SFN. Помимо того, что одним из условий наивысших выбора передатчика правильный наиважнейших передатчика всегда лучший выбор ваш выходной мощности (которая определяется из цены), что обеспечивает покрытие. Расчет покрытия очень трудоемкий, особенно важен области расчет покрытия SFN DVB-H. Радио расход зависит от многих факторов. Как отмечалось, определение областей применения является передатчиком критерий расчета важным из сети в целом. Условия приема заданной точки в электрическом поле, которое определяется из напряженностью. Как напряженность сама поле, а также возможность сигнал приема зависеть от ряда факторов всего, основными из которых являются эксцентриситет [27]:

- 1) погодные условия распространения радиоволны;
- 2) поляризация волны;
- 3) рабочая длина волны;
- 4) удаленность от передающего телецентра;
- 5) рельеф местности;
- 6) высотность и плотность застройки;
- 7) высота подъема передающей и приемной антенны;
- 8) потери в питающих фидерах передатчика и приемника;

- 9) защитное отношение C/N;
- 10) чувствительность приемника;
- 11) вероятность ошибки символа при приеме (BER);
- 12) режим модуляции и скорость канального кодирования.

Определение зоны покрытия ЦТВ передатчиков DVB-T2 мощностями 3,7 кВт в г. Астаны, исходные данные:

- а) высота установки передающей антенны, H : 188 м;
- б) высота установки приемной антенны, h_2 : 10 м;
- в) мощность передатчиков, P : 3,7 кВт = 5 дБкВт;
- г) коэффициент усиления передающей антенны, G_a : 10,8 дБд;
- д) коэффициент шума приемника, F : 7 дБ;
- е) длина фидера, l : 206 м;
- ж) потеря в соединительной кабеле между антенной и мачтовым усилителем, α_c : 5 дБ.

Определяем коэффициент полезного действия фидера по формуле:

$$\Pi = -\alpha_n \cdot l, \quad (3.3)$$

где α_n - затухание в фидере;
 l - длина фидера.

$$\Pi = 206 \cdot (-0,007) = -1,44 \text{ дБ.}$$

Далее находим эффективную излучаемую мощность передатчика:

$$P_{ЭИМ} = P_{пер} + G_a + \Pi, \quad (3.4)$$

где $P_{пер}$ - мощность передатчика;
 G_a - коэффициент усиления передающей антенны;
 Π - коэффициент полезного действия фидера.

$$P_{ЭИМ} = 5 + 11 - 1,44 = 14,56 \text{ дБкВт.}$$

Напряженность поля E зависит от эффективно излучаемой мощности передатчика $P_{ЭИМ}$ (определяется как произведение мощности передатчика P на коэффициент усиления G в данном направлении) и его удаленностью R от рассматриваемой точки приема:

$$E = 106,5 + P_{пер} + G_a - 20 \lg R, \quad (3.5)$$

где $P_{пер}$ - мощность передатчика;
 G_a - коэффициент усиления передающей антенны;

R - расстояние между передающим и приемным пунктами, км.

Расчет зоны покрытия РТС «Астана» расположенном на сухопутной трассе и работающей IV диапазоне. Минимальное напряжение поля для приема телевизионного сигнала соответствующем МСЭ-Р в IV диапазоне волн 54,6 дБмкВ/м.

Определим медиальное значение напряженности поля для 50 % мест приема 50 % времени приема:

$$E(50; 50) = E - P_{ЭИМ}, \quad (3.6)$$

$$E(50; 50) = 54,6 - 14,56 = 40,4 \text{ дБ.}$$

По кривым распространения, которые приведены в приложениях МСЭ-Р 1546-2. Метод прогнозирования для трасс точка-зона для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц. Определяем радиус зоны покрытия.

На практике чаще пользуются дальностью радиовидимости, которая несколько больше оптической из-за частичной дифракции и слабой рефракции в нижних слоях атмосферы:

$$R_{KM} = 4,12 \cdot (\sqrt{H_M} + \sqrt{h_m}), \quad (3.7)$$

$$R_{KM} = 4,12 \cdot (\sqrt{188} + \sqrt{10}) = 70 \text{ км.}$$

Отсюда следует, что зона покрытия ЦТВ станции мощностью 3,7 кВт соответствует 70 км расстояния от передатчика.

Так как зона охвата цифрового передатчиков зависит от отношения сигнал шум C/N , выберем два фиксированных значения C/N соответственно min (2) и max (26) из рекомендации МСЭ-Р при скоростях потока min 4,97 Мбит/с и max 31,67 Мбит/с.

Рекомендациями МСЭ-Р для цифрового телевидения выберем коэффициент шума приемника $F = 7$ дБ при фиксированном приеме.

Определим уровень сигнала на входе приемника (set-top-box):

$$U_{Bx.min} = P_{Bx.min} + 138,8, \quad (3.8)$$

где $P_{Bx.min}$ - минимальный уровень входного сигнала, при котором обеспечивается требуемое минимальное значение C/N .

$$P_{Bx.min} = P_{ш} + C/N, \quad (3.9)$$

где $P_{ш}$ - шумовая мощность, развиваемая в приемнике в полосе канала 7,61 МГц;

C/N – сигнал на шум.

$$P_{ш} = F - 135,1, \quad (3.10)$$

где F - коэффициент шума приемника.

При $C/N=2$

$$P_{ш} = 7 - 135,1 = -128,1 \text{ дБВт},$$

$$P_{вх.мин} = -128,1 + 2 = -126,1 \text{ дБВт},$$

$$U_{вх.мин} = -126,1 + 138,8 = 12,7 \text{ дБмкВ}.$$

При $C/N=26$

$$P_{ш} = 7 - 135,1 = -128,1 \text{ дБВт},$$

$$P_{вх.мин} = -128,1 + 26 = -102,1 \text{ дБВт},$$

$$U_{вх.мин} = -102,1 + 138,8 = 36,7 \text{ дБмкВ}.$$

Рассчитываем минимальную напряженность поля:

$$E_{мин} = F + \frac{C}{N} - G_a + \alpha_c - 30 + 20\lg(f), \quad (3.11)$$

где G_a - коэффициент усиления приемника STB (МСЭ-Р);

F - коэффициент шума приемника;

C/N - сигнал на шум.

Для $C/N = 2$ при $f = 690$ МГц:

$$E_{мин} = 7 + 2 - 10 + 5 - 30 + 20\lg 690 = 30,77 \text{ дБмкВ/м}.$$

При $f = 706$ МГц:

$$E_{мин} = 7 + 2 - 10 + 5 - 30 + 20\lg 706 = 30,97 \text{ дБмкВ/м}.$$

Для $C/N = 26$ при $f = 690$ МГц:

$$E_{мин} = 7 + 26 - 10 + 5 - 30 + 20\lg 690 = 54,77 \text{ дБмкВ/м}.$$

При $f = 706$ МГц:

$$E_{\min} = 7 + 26 - 10 + 5 - 30 + 20\lg 706 = 54,97 \text{ дБмкВ/м.}$$

Определим медиальное значение напряженности поля для $C/N = 2$ с вероятностью приема 70 % и времени приема 50 %:

$$E(70; 50) = C + \frac{C}{N} - G_a - 54,6 + 20 \lg(f) + 10 \lg(T_A + T_C), \quad (3.12)$$

где C - корректирующий коэффициент размещения, для вероятности 70 % $C = 2,9$ дБ;

G_a - коэффициент усиления приемника STB (МСЭ-Р);

T_A - шумовая температура антенны;

T_C - шумовая температура приемного тракта.

Для 48 канала:

$$\begin{aligned} E(70; 50) &= 2,9 + 2 - 10 - 54,6 + 20 \lg(690) + 10 \lg(4350 + 337) = \\ &= 39,63 \text{ дБмкВ/м.} \end{aligned}$$

Для 50 канала:

$$\begin{aligned} E(70; 50) &= 2,9 + 2 - 10 - 54,6 + 20 \lg(706) + 10 \lg(4350 + 337) = \\ &= 33,97 \text{ дБмкВ/м.} \end{aligned}$$

Определим медиальное значение напряженности поля для $C/N = 26$ с вероятностью приема 70 % и времени приема 50 %.

Для 48 канала:

$$\begin{aligned} E(70; 50) &= 2,9 + 26 - 10 - 54,6 + 20 \lg(690) + 10 \lg(4350 + 337) = \\ &= 57,77 \text{ дБмкВ/м.} \end{aligned}$$

Для 50 канала:

$$\begin{aligned} E(70; 50) &= 2,9 + 26 - 10 - 54,6 + 20 \lg(706) + 10 \lg(4350 + 337) = \\ &= 57,97 \text{ дБмкВ/м.} \end{aligned}$$

$$E_{\text{мед}} = E_{\min} + C + P_n, \quad (3.13)$$

где $C = 9$ дБ для вероятности 95 %;

P_n - шумовой параметр, учитывающий промышленные шумы, $P_n = 0$ дБ для частоты 500, 600, 700 и 800 МГц.

Вероятность 70 % ($L = 50$ %, $T = 50$ %).

Для 48 канала:

$$E_{\text{мед } C/T=2} = 30,77 + 2,9 + 0 = 33,67 \text{ дБмкВ/м},$$

$$E_{\text{мед } C/T=26} = 54,77 + 2,9 + 0 = 57,67 \text{ дБмкВ/м}.$$

Для 50 канала:

$$E_{\text{мед } C/T=2} = 30,97 + 2,9 + 0 = 33,8 \text{ дБмкВ/м},$$

$$E_{\text{мед } C/T=26} = 54,97 + 2,9 + 0 = 57,87 \text{ дБмкВ/м}.$$

Вероятность 90 % (L = 50 %, T = 50 %).

Для 48 канала:

$$E_{\text{мед } C/T=2} = 30,77 + 9 + 0 = 39,77 \text{ дБмкВ/м},$$

$$E_{\text{мед } C/T=26} = 54,77 + 9 + 0 = 63,77 \text{ дБмкВ/м}.$$

Для 50 канала:

$$E_{\text{мед } C/T=2} = 30,97 + 9 + 0 = 39,97 \text{ дБмкВ/м},$$

$$E_{\text{мед } C/T=26} = 54,97 + 9 + 0 = 63,97 \text{ дБмкВ/м}.$$

Для 48 канала:

$$\begin{aligned} E(95; 50)_{C/N=2} &= 9 + 2 - 10 - 54,6 + 20\lg 690 + 10\lg(4350 + 337) = \\ &= 39,87 \text{ дБмкВ/м}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(95; 50)_{\frac{C}{N}=26} &= 9 + 26 - 10 - 54,6 + 20\lg 690 + 10\lg(4350 + 337) = \\ &= 63,87 \text{ дБмкВ/м}. \end{aligned}$$

Для 50 канала:

$$\begin{aligned} E(95; 50)_{\frac{C}{N}=2} &= 9 + 2 - 10 - 54,6 + 20\lg 706 + 10\lg(4350 + 337) = \\ &= 40,07 \text{ дБмкВ/м}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E(95; 50)_{\frac{C}{N}=26} &= 9 + 26 - 10 - 54,6 + 20\lg 706 + 10\lg(4350 + 337) = \\ &= 64,07 \text{ дБмкВ/м}. \end{aligned}$$

Расчет мощности цифрового передатчика

Для расчета мощности ТВ передатчика, обеспечивающего требуемое значение напряженности электромагнитного поля в пределах заданной площади, имеющей форму круга, находящегося в зоне прямой видимости, воспользуемся формулой:

$$P = \frac{1}{D} \left(\frac{E_{\min} \cdot r_0^2 \cdot \lambda}{2,18 \cdot h_1 \cdot h_2} \right)^2, \quad (3.14)$$

где D - коэффициент усиления передающей ТВ антенны;

r_0 - радиус зоны прямой видимости с учётом влияния атмосферной рефракции;

λ - длина волны электромагнитного излучения;

E_{\min} - величина минимально допустимой напряженности поля радиосигнала, необходимая для обеспечения заданного качества.

$$f_{0из} = 470 + (N_k - 21) \cdot 8 + 1,75 = 303,25 + 8 \cdot N_k, \quad (3.15)$$

где $f_{0из} = 690$ МГц.

Коэффициент усиления $D = 10,8$ дБ.

Определим длину волны электромагнитного излучения по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f_0}, \quad (3.16)$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{690 \cdot 10^6} = 0,434 \text{ м.}$$

Определим расстояние прямой видимости по формуле:

$$r_0 = 3,57 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}), \quad (3.17)$$

где h_1 и h_2 высоты первой и второй антенн в метрах, а r_0 в километрах.

$$r_0 = 3,57 \cdot (\sqrt{1} + \sqrt{1,5}) = 7,854 \text{ м.}$$

Для заданного частотного диапазона и качества воспроизводимого ТВ изображения определяем величину минимально допустимой напряженности, и для данного случая получаем $E_{\min} = 2985,38$ мкВ/м.

Теперь определим мощность передатчикам по формуле:

$$P = \frac{1}{6} \left(\frac{2,985 \cdot 7,8^2 \cdot 0,5}{2,18 \cdot 1 \cdot 2,2} \right) = 5,43 \text{ кВт.}$$

Определение скорости системы DVB-T2

Для вычисления скорости, которую обеспечивает система DVB-T2, воспользуемся формулой:

$$R_{su} = R_s \cdot b \cdot CR_I \cdot CR_s \cdot \left(\frac{T_v}{T_s} \right), \quad (3.18)$$

где R_s - частота следования информационных символов равная N / T_s ;

N - число несущих. На практике используют 6817 несущих, а остальные несущие используют для других данных (вспомогательные);

T_v - длительность полезного интервала, равная 896 мкс;

b - количество бит передаваемых в одном символе с помощью одной несущей. Для модуляции QPSK, QAM - 16, QAM - 64 и $b = 9$;

CR_I - скорость сверточного кода. В нашем случае $CR_I = 1/2$. CR_s - скорость внешнего кода Рида Соломона. Т.к. стандартный пакет данных равен 188 байт и к нему добавляется 16 проверочных байтов. Следовательно, $CR_s = 188/204$;

T_s - длительность информационного символа равная 1 мс.

Подставляя все данные в формулу, определим скорость системы:

$$R_{su} = R_s \cdot b \cdot CR_I \cdot CR_s \cdot \left(\frac{T_v}{T_s} \right), \quad (3.19)$$

$$R_{su} = 6,75 \cdot 10^6 \cdot 9 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{188}{204} \cdot \frac{896}{1120} = 22,4 \text{ Мбит/с.}$$

В данной ситуации скорость передачи данных DVB-T2 получилась больше скорости цифрового потока. Необходимо использовать коэффициентом сжатия:

$$b_{сжатия} = \frac{C}{R_{su}}, \quad (3.20)$$

$$b_{сжатия} = \frac{1309.77 \cdot 10^6}{22.4 \cdot 10^6} = 58,47.$$

3.4 Расчет медианного значения напряженности поля на программном языке C++

Факторов, влияющих на радиус зоны покрытия, достаточно много, что требует использования инженерных и машинных методов расчета, однако в основе всех расчетов лежат формулы и положения, приведенные ниже. Использование различных способов решения привело к появлению достаточно большого количества методик.

```

To = 290
N = 5
Введите основание x (x^n):
f = 690
Введите показатель степени n (x^n): 690*10^6
N = q
Ga = 11.3576 - Коэффициент усиления антенны, дБ<dB>
Ta = 290 - Шумовая температура антенны, К
Pn = -128.163 - Шумовая входная мощность, дБ<dB>
Минимальная входная мощность для значений C/N: 2, 8, 14, 20, 26, 30, 35
Pin1 = -126.163 дБВт <dBW>
Pin2 = -120.163 дБВт <dBW>
Pin3 = -114.163 дБВт <dBW>
Pin4 = -108.163 дБВт <dBW>
Pin5 = -102.163 дБВт <dBW>
Pin6 = -98.1634 дБВт <dBW>
Pin7 = -93.1634 дБВт <dBW>
В дБм-х:
Pdbm1 = -96.1634 дБм <dBm>
Pdbm2 = -90.1634 дБм <dBm>
Pdbm3 = -84.1634 дБм <dBm>
Pdbm4 = -78.1634 дБм <dBm>
Pdbm5 = -72.1634 дБм <dBm>
Pdbm6 = -68.1634 дБм <dBm>
Pdbm7 = -63.1634 дБм <dBm>
Минимальное эквивалентное входное напряжение приемника:
Uinmin1 = 12.624 dBuV
Uinmin2 = 18.624 dBuV
Uinmin3 = 24.624 dBuV
Uinmin4 = 30.624 dBuV
Uinmin5 = 36.624 dBuV
Uinmin6 = 40.624 dBuV
Uinmin7 = 45.624 dBuV
Минимальная напряженность поля:
Emin1 = 144.419 dBuV/m
Emin2 = 150.419 dBuV/m
Emin3 = 156.419 dBuV/m
Emin4 = 162.419 dBuV/m
Emin5 = 168.419 dBuV/m
Emin6 = 172.419 dBuV/m
Emin7 = 177.419 dBuV/m

```

Рисунок 3.2 - Расчет медианного значения напряженности поля на программном языке C++

На программе C++ была рассчитана медианное значение напряженности поля для 48 канала и 50 канала :

- 1) для C/N = 2; 26 с вероятностью приема 70 % и времени приема 50 %,

2) для $C/N = 2; 26$ с вероятностью приема 95 % и времени приема 50 %.

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Анализ условия работы технического персонала

В данном дипломном проекте исследуется влияние настроек цифрового передатчика DVB-T2 на качественные показатели.

Работа руководителя и ассистента будет заключаться в расчете, обработке, передаче цифрового сигнала для передатчика DVB-T2. Все это будет производиться при помощи специального программного обеспечения установленного на персональном компьютере, поэтому большую часть времени сотрудники будут проводить за компьютером. Следовательно, рассматриваем организацию рабочего места и правила работы с персональным компьютером с точки зрения обеспечения безопасности труда.

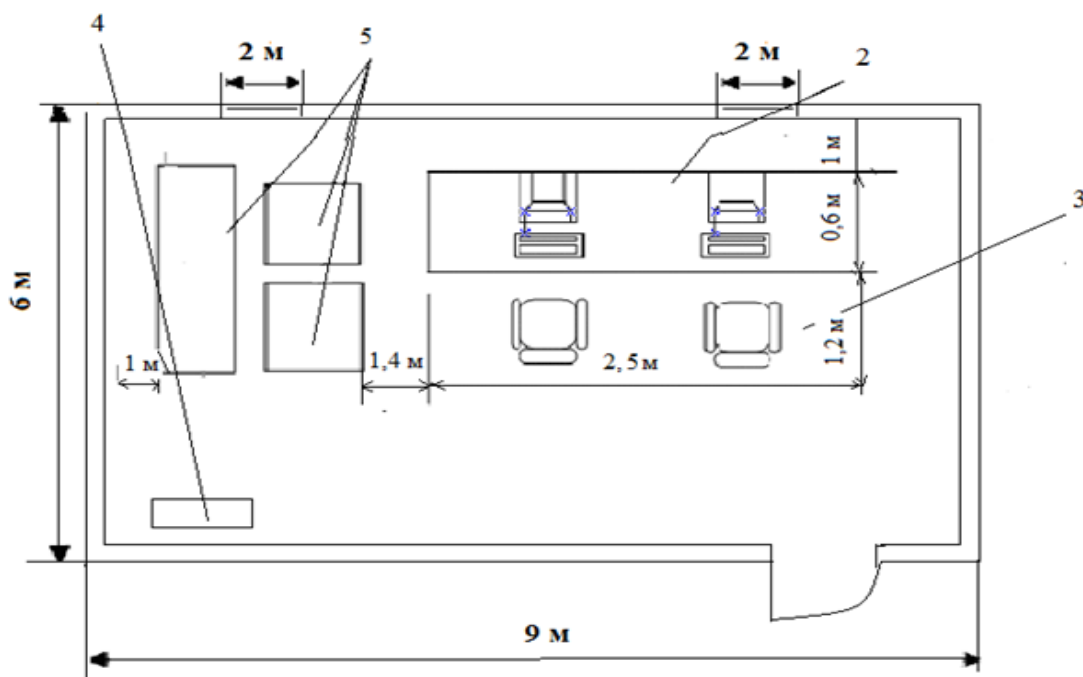
Помещение рабочего места прямоугольной формы с параметрами: длина - 9 метров, ширина - 6 метров, высота - 3 метров с белым потолком, побеленными стенами и с окнами с открытыми жалюзи. Помещение рассчитано на 2 сидячих рабочих мест в качестве средств труда используется: 2 компьютеров, IP камера, DVB приемник, передатчик и телевизор а также могут быть использованы транскодеры.

Работа организована в четыре смены с 8 до 20 часов дневные.

Площадь помещения $S_{контр} = 9 \cdot 6 = 54 \text{ м}^2$, Объем - $V_{контр} = 54 \cdot 3 = 162 \text{ м}^3$. Следовательно на одного человека приходится площадь $54/2 = 27 \text{ м}^2$ и объем 81 м^3 . Это больше минимальных площади и объема приходящихся на одного работающего, установленных нормами (объем - не менее 15 м^3 , площадь - не менее $4,5 \text{ м}^2$) согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». План помещения представлен на рисунке 4.1.

В помещении отсутствуют источники постоянных шумов и вибрации. От внешних источников шума помещение защищено звукоизолирующими пластиковыми окнами.

При конструировании рабочего места руководителя созданы следующие условия: достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования; достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи; оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей; необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач.



1 - оборудование; 2 - стол для компьютера; 3 - кресла; 4 - электрощит

Рисунок 4.1 - План помещения

Для работы используются мониторы на жидкокристаллической основе не оказывающие столь вредного воздействия на организм человека как электронно-лучевые.

В помещении исключена возможность приближения людей к токоведущим частям офисного оборудования. Все соединительные провода и линии имеют качественную изоляцию [19].

Освещение в помещении комбинированное (естественное и искусственное). Естественное освещение создается благодаря двум окнам размерами 200·150 см. В качестве светопропускающего материала имеем стекло оконное листовое двойное. В качестве солнцезащитного устройства используются убирающиеся регулируемые жалюзи.

Таким образом, можно сделать вывод, что помещение соответствует санитарным нормам. Согласно ГОСТ 12.1.005-86 ССБТ "Воздух рабочей зоны, общие санитарно-гигиенические требования", работа людей в данном помещении относится к первой категории. Микроклиматические условия в данном помещении согласно ГОСТ 2.0.003-74. ССБТ можно охарактеризовать для обеспечения оптимального параметров микроклимата важно правильно рассчитать кондиционирования воздуха (таблица 4.1).

Независимо от периодов года микроклиматические параметры в помещении не превышают установленных допустимых значений: СН 245-71. Учитывая, что температура в помещении в летний и зимний период не соответствует оптимальным допустимым значениям микроклимата, необходимо установки операционных систем. Связи с этим произведем расчет кондиционирования.

Т а б л и ц а 4.1 - Оптимальные нормы параметров микроклимата

Период работы	Категория Работы	T, °C	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	I а	22-24	0,1
	I б	21-23	0,1
Теплый	I а	23-25	0,1
	I б	22-24	0,2

Температура летнего периода: + 24 °С, температура зимнего периода + 21 - + 24 °С, относительная влажность воздуха - 60 % при температуре ниже 36°С, скорость движения воздуха не превышает 0,2 м/с в любой период года:

1) в холодные периоды года температура воздуха, скорость его движения и относительная влажность воздуха соответственно составляет: 23-24 °С; 0,1 м/с; 30-60 %; температура воздуха колебаться в пределах от 21 до 25 °С;

2) в теплые периоды года температура воздуха, его подвижность и относительная влажность соответственно составляет: 23 – 25 °С; 0,1 - 0,2 м/с; 30 - 60 %; температура воздуха колебаться от 22 °С до 26 °С [20].

Рабочее место исследователя организуем следующим образом. Дисплей оборудован поворотной площадкой, позволяющей перемещать его в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Дисплей разместим на столе так, чтобы расстояние наблюдения информации на экране было в пределах 450-500 мм. Экран дисплея расположим так, чтобы угол между нормалью к центру экрана и горизонтальной линией взгляда составлял 20 °С. Клавиатуру расположим на столе или подставке так, чтобы высота клавиатуры по отношению к полу составляла 650-800 мм, наклон клавиатуры сделаем в пределах 5-10 °С. При размещении компьютера на стандартном столе используем кресло с регулируемой высотой сиденья (от 380 до 450-500 мм) и подставку для ног [21].

Яркость фона, обеспечивающая наивысшую остроту зрения, составляет 10^4 кг/м². При различии сложных объектов яркость составляет 300 кг/м². Резкое падение остроты зрения имеет место при яркости менее 10 кг/м². Оптимальное соотношение 20:1 между источником света и ближайшим окружением и 40:1 между самым светлым и самым тёмным участком изображения. При формировании на экране буквенно-цифровой информации учитывается.

Рабочее место рассчитываем на работу оператора сидя, стоя, сидя-стоя попеременно.

При работе исследователя с ограниченной подвижностью, рабочей зоной 380-500 мм, усилием $H < 50$, малой статистической утомляемостью, более спокойном положении рук и возможностью выполнения более точной работы, работать сидя за пультом, с наклоном дисплея 60 градусов, с расстоянием: дисплея от пола 70 см., сидения от пола 45 см.

При работе с возможностью периодического изменения позы, усилением $50 < H < 100$, рабочей зоной 500-700 мм, достаточно большом обзоре и зоне досягаемости, рекомендуется работать сидя-стоя (попеременно), с наклоном

дисплея 45 °С, расстоянием: дисплея от пола 100 см., от пола до сидения 70 см., и подставкой для ног 25 см.

Т а б л и ц а 4.2 – Параметры буквенно-цифровой информации

Параметры	Значения
Размер знаков, угл.мин: -допустимый -оптимальный	35 - 40 18 - 20
Ширина знака /высота знака	2/3, 3/4, 5/7
Толщина знака /высота знака -при прямом контрасте -при обратном контрасте	2/10 1/10
Число элементов: при формировании знаков из дискретных элементов, сегментов при растровом способе формирования, линий при матричном способе формирования точек	18 - 16 10 5/7, 5/9

При работе большой свободной позы и движений, рабочей зоной 750 мм, усилием $100 < H < 120$, с большим обзором и для лучшего использования силы, рекомендуется работать стоя с наклоном дисплея 30 °С и расстоянием от пола 100 см. На рисунке показана рациональная организация рабочего места исследователя, которое соответствует всем стандартам.

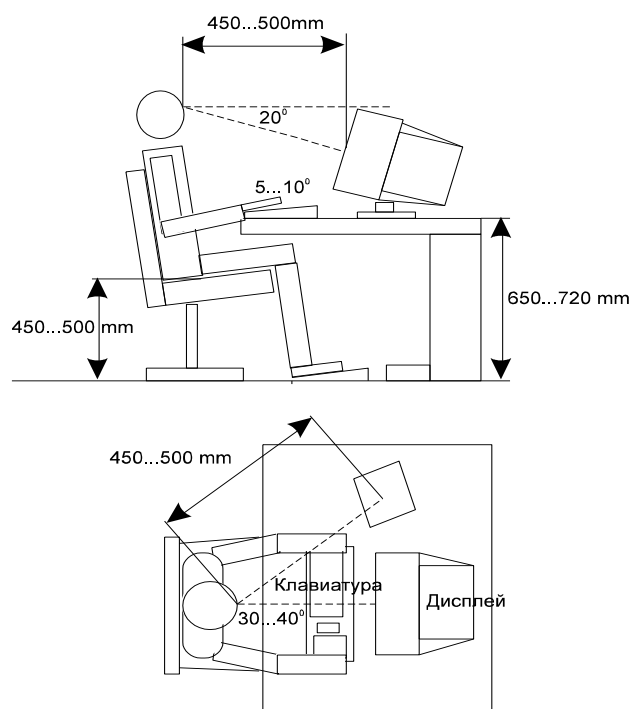


Рисунок 4.2 – Рабочее место исследователя

4.2 Расчет системы искусственного освещения помещения

Искусственное освещение в помещении должно быть рассеянным и выполнено с помощью люминесцентных ламп. Желательно при этом предусматривать светильники, встроенные в конструкции потолка. В помещении освещение выполняют равномерным. Светильники при этом располагают таким образом, чтобы все стороны передатчика были хорошо освещены для подключения кабелей .

Дано:

- 1) длина помещения $L = 9$ м;
- 2) ширина помещения $B = 6$ м;
- 3) высота помещения $H = 3$ м;
- 4) высота рабочей поверхности $h_p = 0,5$ м;
- 5) разряд зрительной работы III (высокой точности).

Для зала мониторинга рекомендована люминесцентная лампа ЛД мощностью 40 Вт, световым потоком 2600 лм.

Расстояние между светильниками:

$$Z = \lambda \cdot h, \quad (4.6)$$

где $\lambda = 1,2 \div 1,4$

$$h = H - h_p, \quad (4.7)$$

$$h = 3 - 0,5 = 2,5 \text{ м.}$$

По этим данным найдено, что наивыгоднейшее расстояние между светильниками равно:

$$Z = 1,2 \cdot 2,5 = 3 \text{ м.}$$

Число рядов светильников рассчитано по формуле (4.8):

$$n = \frac{B}{Z}, \quad (4.8)$$

где B - ширина помещения, $B = 6$ м;

Z - расстояние между светильниками, $Z = 3$ м.

Отсюда:

$$n = \frac{6}{3} = 2.$$

Светильники будут расположены в два ряда.

Число светильников определено по формуле (4.9):

$$N = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot Z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}, \quad (4.9)$$

где E - заданная минимальная освещенность светильника. Для персонала работающего с ЭВМ $E = 400$ лк;

K_z - коэффициент запаса, учитывающий запыление и износ источников света в процессе эксплуатации. $K_z = 1,5$;

S - освещаемая площадь, $S = 54 \text{ м}^2$;

Z - коэффициент неравномерности освещения, $Z = 1,4$;

η - коэффициент использования;

$\Phi_{\text{л}}$ - световой поток лампы, $\Phi_{\text{л}} = 2200$ лм.

n - число ламп в светильнике.

Неизвестен коэффициент использования, для его нахождения определен индекс помещения по формуле (4.10):

$$i = \frac{L \cdot B}{h \cdot (L + B)}, \quad (4.10)$$

$$i = \frac{9 \cdot 6}{2,5 \cdot (9 + 6)} = \frac{54}{37,5} = 1,44.$$

Так как стены и потолок помещения свежепобеленные с окнами, закрытыми жалюзи, то коэффициенты отражения будут следующими:

$p_{\text{пот}} = 70 \%$;

$p_{\text{ст}} = 50 \%$;

$p_{\text{пол}} = 23 \%$.

Следовательно, коэффициент использования $\eta = 56 \%$.

В качестве светильника использован ОДОР-2-40 рассчитанный на 2 лампы мощностью 40 Вт, шириной 266 мм и длиной 1230 мм и высотой 158 мм.

Таким образом количество светильников равно:

$$N = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 70 \cdot 1,15}{2 \cdot 2600 \cdot 0,56} = \frac{48300}{2912} = 16,5 \approx 16 \text{ светильников.}$$

Проверка расчета произведена точечным методом, так как световой поток распределяется неравномерно.

Линейные размеры излучателей в данном случае равны 1230 мм и превышают высоту 0,5 м установки. В данном случае они рассматриваются как светящиеся линии.

Кривые линии изолукс построены в координатной системе:

$$P^1 = \frac{P}{h}, \quad (4.11)$$

$$L^1 = \frac{L}{h}, \quad (4.12)$$

где L - общая длина светящихся линий;

$$P = 1,5;$$

$$h = 2,4;$$

$$L = 9,75.$$

Таким образом, подставив данные в формулы (4.11), (4.12), получено:

$$P^1 = \frac{P}{h} = \frac{1,5}{2,4} = 0,63,$$

$$L^1 = \frac{L}{h} = \frac{9,75}{2,4} = 4.$$

Для обеспечения в данной точке заданной освещенности E_H , необходимо иметь удельный световой поток Φ . Световой поток в каждом светильнике определяется по формуле (4.13):

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_H \cdot K_3}{\mu \cdot \sum E_y}, \quad (4.13)$$

где μ – коэффициент, учитывающий отражение составляющих света и действие удаленных светильников и составляет 1,1 – 1,2;

$\sum E_y$ – суммарная условная освещенность в контрольной точке.

$$\sum E_y = 40 \cdot 2 = 80,$$

где E_y - определяется по графику пространственных изолукс, $E_y = 40$.

Таким образом, подставив данные в формулы, получено:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 400 \cdot 1,5}{1,2 \cdot 80} = 6250 \text{ лм.}$$

Поскольку необходимый световой поток ламп каждого светильника не должен отличаться от требуемого на – 10 % или + 20 %, то можно сделать вывод, что расчет верен.

Итого, для создания нормированной освещенности необходимо 32 лампы в 16-ти светильниках располагающихся в два ряда, в каждом светильнике по 2

лампы.

В разделе безопасности и жизнедеятельности были рассчитаны биологические санитарные зоны антенны. Основной принцип обеспечения безопасности - соблюдение установленных санитарными нормами и правилами предельно допустимых уровней электромагнитного поля. Электромагнитное поле в диапазонах частот от 300 МГц до 300 ГГц оценивался плотностью потока энергии. Единицей измерения ППЭ является ватт на квадратный метр - Вт/м^2 ($1 \text{ Вт/м}^2 = 0,1 \text{ мВт/см}^2 = 100 \text{ мкВт/см}^2$). Санитарные правила и нормы, от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования, с частотой не более 1 Гц и скважностью не менее 20, предельно допустимая интенсивность воздействия была составлена $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭПД}} = 20000 \cdot 10^{-6} \text{ мкВт/см}^2$.

В данной работе были рассчитаны искусственное освещение в помещении при заданных параметрах. По расчетам была выбрана модель светильника с подходящими характеристиками: ЛД мощностью 40 Вт, световым потоком 2600 лм. Для создания нормированной освещенности необходимо 32 лампы в 16-ти светильниках располагающихся в два ряда, в каждом светильнике по 2 лампы.

5 Экономическая часть

5.1 Описание работы

Целью данного проекта является влияние настроек цифрового передатчика DVB-T2 на качественные показатели. Для работы используется цифровой передатчик немецкого производства, применяемое в компании «Казтелерадио». В этом разделе будет рассмотрена экономическая составляющая реализации проекта, отражающая временные, трудовые и финансовые затраты.

5.2 Необходимость проекта

Исследование поможет многим жителям дать возможность смотреть более качественные телевизионные передачи, а также увеличение число пакета каналов. И жителям с экономической стороны выгодно. Измеряя современным телевизионным цифровым оборудованием зону покрытия данного участка добиться сравнительно максимально качественного результата чем предыдущий стандарт. Для исследования также требуется анализатор спектра, а для управления передатчиком используется компьютер.

5.3 Трудовые ресурсы, используемые в работе

В работе задействованы:

- 1) руководитель - постановка задачи, контроль проведения испытаний;
- 2) разработчик - разработка алгоритмов и программирование, проведение испытаний, проведение расчетов;
- 3) ассистент - запись полученных результатов, предоставление необходимых данных.

Количество сотрудников по каждому пункту определено в таблице 5.1

Отбор персонала определяется по результатам собеседования, которое проводит организатор проведения проекта.

Поскольку работа имеет научно исследовательский характер и включает в себе в основном интеллектуальный труд, необходимо рассчитать затраты на научно-исследовательскую работу – рассчитать амортизационную стоимость используемых оборудования и заработную плату персонала, задействованного в разработке.

Т а б л и ц а 5.1 - Заработная плата исполнителей

Исполнитель	Кол-во человек	Заработная плата, тг
Руководитель	1	70000
Разработчик	1	65000
Ассистент	1	450000
Итого	3	180000

5.4 Расчёт себестоимости работы по проектированию и разработке

Разработка методических указаний на основе проведенных исследований - сложный и трудоёмкий процесс, требующий наряду с интеллектуальными, техническими затратами и финансовыми затратами. Поэтому необходимым является производство расчёта себестоимости этой разработки.

Себестоимость выполнения научно-исследовательских работ складывается из следующих статей затрат:

- а) заработная плата основных разработчиков (то есть, кто непосредственно применяет участие в выполнении работ);
- б) дополнительная заработная плата;
- в) фонд оплаты труда;
- г) отчисления из фонда оплаты труда социального налога (11 %);
- д) амортизационные отчисления;
- е) арендная плата, включая коммунальные платежи;
- ж) затраты на сертификацию и лицензирование (если это программный продукт);
- з) накладные расходы.

Таким образом, затраты на разработку данного программного комплекса определяются по формуле 5.1:

$$C = \text{ФОТ} + O_c + M + C_{\text{пр}} + H, \quad (5.1)$$

где ФОТ - фонд оплаты труда;

O_c - социальный налог;

A - амортизационные отчисления;

Э - затраты на электроэнергию;

$C_{\text{пр}}$ - прочие расходы;

H - накладные расходы.

Накладные расходы определяются в размере 25 % от всех затрат по формуле 5.2:

$$H = (\Phi OT + O_c + A + \Xi + C_{np}) \cdot 0,25, \quad (5.2)$$

Определение фонда оплаты труда ФОТ по формуле 5.3:

$$\Phi OT = Z_{осн.} + Z_{доп.}, \quad (5.3)$$

где $Z_{осн.}$ - основная заработная плата;

$Z_{доп.}$ - дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата (начисление премии) в среднем определяется в размере 10 % от основной заработной платы, персональных надбавок:

$$Z_{доп.} = Z_{осн.} \cdot 0,1. \quad (5.4)$$

Пенсионные отчисления (ПО) определяются в размере 10 % от ФОТ по формуле 5.5:

$$ПО = \Phi OT \cdot 0,1. \quad (5.5)$$

Социальный налог составит 11 % от ФОТ за вычетом пенсионных отчислений.

$$C_n = (\Phi FO - ПО) \cdot 0,11. \quad (5.6)$$

По существующему положению, в настоящее время, норма амортизации H_A на оборудование связи составляет от 15 % до 40 % от стоимости всего оборудования, тогда амортизационные отчисления, A_i составят:

$$A_i = \frac{H_A \cdot C_{пер} \cdot N}{100 \cdot 12 \cdot n}, \quad (5.7)$$

где H_A - норма амортизации;

$C_{пер}$ - первоначальная стоимость оборудования;

N - количество дней на выполнение работ;

n - количество дней в рабочем месяце.

Поскольку в процессе производства используется электрооборудование, то необходимо рассчитать затраты на электроэнергию. Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные:

$$\Xi = Z_{эл.оборуд} + Z_{доп.нужд}, \quad (5.8)$$

$$Z_{эл.эн.обор.} = W \cdot T \cdot S \cdot K_{исп.}, \quad (5.9)$$

где W - потребляемая мощность, Вт;

T - время работы ($T = 8760$ ч/год);

S - тариф (1кВтч = 12,58 тг);

$K_{\text{исп}}$ - коэффициент использования ($K_{\text{исп}} = 0,9$)

Затраты на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5 % от затрат на оборудование:

$$Z_{\text{доп.нужд.}} = 0,05 \cdot Z_{\text{эл.эн.обор.}} \cdot \quad (5.10)$$

5.5 Трудоемкость

Определим заработную плату каждого работника за один рабочий день - для этого месячный оклад работника делится на количество рабочих дней за прошедший период (это 22 дня – пятидневная рабочая неделя).

руководитель:

$$D = \frac{70000}{22} = 3182 \text{ тенге/день};$$

инженер-исследователь:

$$D = \frac{65000}{22} = 2955 \text{ тенге/день};$$

инженер-разработчик:

$$D = \frac{45000}{22} = 2046 \text{ тенге/день};$$

Зарботную плату за один час вычислим, разделив заработную плату работника за день на количество часов рабочего дня (8 часов):

руководитель:

$$H = \frac{3182}{8} = 398 \text{ тенге/час};$$

инженер-исследователь:

$$H = \frac{2955}{8} = 370 \text{ тенге/ час};$$

инженер-разработчик:

$$H = \frac{2046}{8} = 256 \text{ тенге/ час.}$$

Рассчитаем длительность циклов реализации проекта.

Длительность цикла в днях по каждому виду работ определяем по формуле:

$$t_n = \frac{T}{q_n \cdot z \cdot K}, \quad (5.11)$$

где T – трудоёмкость этапа, норма-час;

q_n – количество исполнителей по этапу;

z – продолжительность рабочего дня, $z = 8$ часов;

K – коэффициент выполнения норм времени, $K = 1,1$;

Полученную величину t_n округляем в большую сторону до целых дней.

Данные для расчетов возьмем из таблицы 5.2:

$$t_1 = \frac{15}{2 \cdot 8 \cdot 1,1} \approx 2 \text{ дня;}$$

$$t_{2,1} = \frac{4}{1 \cdot 8 \cdot 1,1} \approx 1 \text{ день;}$$

$$t_{2,2} = \frac{5}{1 \cdot 8 \cdot 1,1} \approx 1 \text{ день;}$$

$$t_{2,3} = \frac{6}{1 \cdot 8 \cdot 1,1} \approx 1 \text{ день;}$$

$$t_3 = \frac{15}{2 \cdot 8 \cdot 1,1} \approx 2 \text{ дня;}$$

Определив заработную плату каждого работника за час работы по каждому наименованию проведённых работ, мы можем получить суммарную заработную плату, определенную как сумма оплаты труда всех работников, задействованных в разработке, по каждому наименованию проведённых работ (таблица 5.2).

$$З_{\text{осн}} = 180224 \text{ тенге;}$$

Дополнительную заработную плату определим по формуле 5.4:

$$З_{\text{доп}} = 180224 \cdot 0,1 = 18022 \text{ тенге};$$

Вычислим фонд оплаты труда (ФОТ):

$$\text{ФОТ} = 180224 + 18022 = 198246 \text{ тенге};$$

Вычислим размер пенсионных отчислений:

$$\text{ПО} = 198246 \cdot 0,1 = 19825 \text{ тенге};$$

Вычислим размер отчислений на социальные нужды:

$$С_{\text{н}} = (198246 - 19825) \cdot 0,11 = 19626 \text{ тенге};$$

5.6 Амортизационные отчисления

Рассчитаем амортизационные отчисления по используемому оборудованию по таблице 5.3:

$$A_1 = \frac{28 \cdot 35000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 599 \text{ тенге};$$

$$A_2 = \frac{20 \cdot 18890 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 230 \text{ тенге};$$

$$A_3 = \frac{15 \cdot 16500 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 151 \text{ тенге};$$

$$A_4 = \frac{40 \cdot 250000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 4889 \text{ тенге};$$

$$A_5 = \frac{18 \cdot 20000 \cdot 22}{100 \cdot 12 \cdot 30} = 220 \text{ тенге}.$$

Т а б л и ц а 5.2 - Расчёт основной заработной платы персонала, задействованного в работе

Наименование содержания работ	Исполнитель	Трудоёмкость, норма - час	Заработная плата за час работы, тг	Сумма заработной платы в день, тг	Сумма заработной платы в месяц, тг
Постановка задачи, контроль проведения испытаний	руководитель	8	398	3184	70048
Разработка алгоритмов и программирование, проведение испытаний, проведение расчетов	разработчик	8	370	2960	65120
Запись полученных результатов, предоставление необходимых данных	ассистент	8	256	2048	45056
Итого		8	1024	8192	180224

Т а б л и ц а 5.3 - расходы на оборудование, необходимого для сборки стенда

Наименование материала	Марка	Единицы измерения	Количество	Цена за единицу в тенге	Сумма в тенге
Процессор	Intel Core i5 3340 3100 МГц OEM	шт.	1	35000	35000
Монитор	LG 19M35A-B	шт.	1	18890	18890
Лазерный принтер	HP 3420	шт.	1	16500	16500
Анализатор спектра	R&S ZVL	шт.	1	200000	200000
Доп. Расходы				20000	20000
Итого:					290390

5.7 Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию определим, как сумму затрат на основное оборудование:

$$Z_{\text{ЭЛ.ЭН.ОБОР.-1}} = 0,4 \cdot 176 \cdot 12,58 \cdot 0,9 = 797 \text{ тенге};$$

$$Z_{\text{ЭЛ.ЭН.ОБОР.-2}} = 0,2 \cdot 176 \cdot 12,58 \cdot 0,8 = 354 \text{ тенге};$$

$$Z_{\text{ЭЛ.ЭН.ОБОР.-3}} = 0,3 \cdot 176 \cdot 12,58 \cdot 0,9 = 598 \text{ тенге}.$$

Расходы на электроэнергию представлены в таблице 5.4

Т а б л и ц а 5.4 - Расходы на электроэнергию

Наименование приборов	W , кВт	Число рабочих дней	$K_{им}$	Время работы прибора, час	$\sum W$, кВт·час
1 процессор	0,4	22	0,9	176	797
1 принтер	0,2	22	0,8	176	354
1 монитор	0,3	22	0,9	176	598
Всего	1749				

5.8 Накладные и прочие расходы

Прочие расходы - расходы на Интернет - 4900 тенге;

Накладные расходы на разработку программного продукта принимаем в размере 25 % от суммы затрат:

$$H = (198246 + 19626 + 6089 + 1749 + 4900) \cdot 25 \% = 57653 \text{ тенге.}$$

Определим стоимость затрат по всем перечисленным статьям:

$$C = 198246 + 19626 + 6089 + 1749 + 4900 + 57653 = 288263 \text{ тенге.}$$

Смета затрат по всем перечисленным статьям представлена в таблице 5.5.

5.9 Структура затрат

Подсчитаем стоимость по всем статьям затрат и определим структуру затрат.

Т а б л и ц а 5.5 - Стоимость разработки по всем статьям затрат

Наименование статей затрат	Сумма, тенге	Структура затрат, %
ФОТ	198246	69
Отчисления на социальные нужды	19626	7
Амортизация	6089	3
Затраты на электроэнергию	1749	1
Прочие расходы	4900	1
Накладные расходы	57653	20
Итого	288263	100

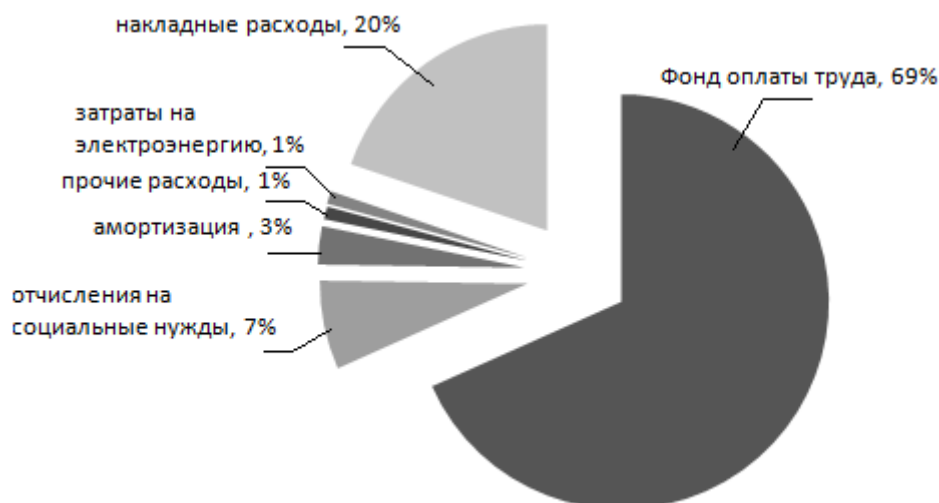


Рисунок 5.1 – Структура затрат в процентах.

5.10 Цена интеллектуального труда

Ввиду того, что интеллектуальная собственность на данный продукт безвозмездно передается институту, то последний может в случае успеха эксплуатации и наличия спроса реализовывать его по собственному усмотрению. Материальное поощрения лиц принимавших участие в проекте желательно, но не обязательно. Цена реализации программного продукта складывается из стоимости и чистого дохода:

$$Ц = C + П, \quad (5.12)$$

где C - стоимость продукта;

$П$ - чистый доход.

При определении первоначальной цены задаёмся желаемым уровнем рентабельности (40 %) для реализации программных продуктов:

$$Ц_{п} = C \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (5.13)$$

где P - рентабельность (40 %);

$$Ц_{п} = 288263 \cdot \left(1 + \frac{40}{100}\right) = 403568 \text{ тенге.}$$

Определим цену реализации готового программного продукта:

$$C_p = C_{\pi} + НДС. \quad (5.14)$$

Так как на сегодняшний день размер НДС в РК составляет 12 %, следовательно:

$$НДС = C_{\pi} \cdot 0,12. \quad (5.15)$$

$$НДС = 403568 \cdot 12\% = 48428 \text{ тенге},$$

$$C_p = 403568 + 48428 = 451996 \text{ тенге}.$$

Окончательная цена в условиях рыночных отношений будет зависеть и от спроса на интеллектуальный труд.

В этом разделе была рассмотрена экономическая составляющая реализации проекта, отражающая временные, трудовые и финансовые затраты. Для расчетов был составлен список работ по созданию проекта, где было учтено количество часов для выполнения той или иной работы, процент от общего выполнения работы, стоимость каждого часа работы, на основании чего был получен фонд оплаты труда. Были рассчитаны расходы как ФОТ-198246 тенге, отчисления на социальные нужды - 19626 тенге, амортизация-6089 тенге, затраты на электроэнергию - 1749 тенге, прочие расходы - 4900 тенге, накладные расходы - 57653 тенге.

Необходимо знать, что целью работы является влияние настроек передатчика DVB-T2 на качественные показатели.

Для исследования работы были задействованы исполнители: руководитель, который занимался постановкой задачи, контроль проведения испытаний, разработчик, отвечавший за разработки алгоритмов и программирование, проведение испытаний, проведение расчетов и ассистент, который помогал записывать полученные результаты и предоставлял необходимые данные. Также были использованы необходимые оборудования: процессор Intel Core i5 3340 3100 МГц OEM, монитор LG 19M35A-B, лазерный принтер HP 3420, анализатор спектра R&S ZVL, а также сам цифровой телевизионный передатчик R&S DVB-T2.

Заключение

Многими было рассмотрено возможности высококачественного приема и качества зависимости постоянная получил сигнал передатчика. Но не было рекомендации по настройке телевизионных радиопередатчиков DVB-T2 при изменении настроек передатчика. А также в зависимости от того как влияет параметры сигнала от окружающей условия. Так как целью дипломного проекта является разработка рекомендации по настройке телевизионных радиопередатчиков DVB-T2. Для осуществления этой цели были сравнены настройки DVB-T2 с предыдущим стандартом DVB-T. А также были рассмотрены влияние настроек передатчика на качественные показатели сигнала. Т.е. при изменении модуляции, защитного интервала, полосы пропускания, методы сжатия а также кодирования как она повлияет на показатели радиосигналов. Также был проведен теоретический расчет зоны покрытия города Астана. И в результате расчетов были получены значения:

- $P_{ЭИМ} = 14,56$ дБкВт;
- $U_{ВХ.МИН} = 138,8$ дБмкВ;
- $E_{мед\ C/T=2} = 33,67$ дБмкВ/м.

В заключении применение уникального стандарта дает такие возможности:

- 1) увеличение количество каналов транслируемого пакета каналов в 2 раза - с 8 каналов до 15;
- 2) увеличение помехозащищенности телевизионного сигнала и дальности передачи ТВ сигнала;
- 3) может поддерживать также созвездие 256 QAM, что увеличивающую пропускную способность спектра примерно на 30 %.

Список литературы

- 1 DVB Project: европейский путь к цифровому телевидению. Интернет-страница ФГУП “Российская телевизионная и радиовещательная сеть”. <http://xn--e1aaatbcqh4abgd.xn--p1aadc.xn--p1ai/technology/item45.php>
- 2 Ник Уэллс, Крис Нокс. DVB-T2: Новый стандарт вещания для телевидения высокой четкости. Интернет-страница компании «Теле-Спутник». <http://www.telesputnik.ru/archive/157/article/92.html>
- 3 Ролич М.Л. Особенности и преимущества стандарта DVB-T2 - М. : Связь, 2008.
- 4 Долуханов М.П. Распространение радиоволн—М. : Связь, 1972.
- 5 Interfaces for CATV / SMATV Headends and Similar Professional Equipment. Document A010.
- 6 Макаров С. Б. Цикин И. А. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания — М. : Радио и связь, 1988.
- 7 ISO / IEC 13818-1. Information technology — Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Systems.
- 8 Регламент радиосвязи. Международный союз электросвязи. ITU 2004.
- 9 R.Schafer. Terrestrial transmission of DTVB signals — the European Specification. Документы International Broadcasting Convention, 14-18 September 1995.Conference Publication №413.
- 10 Песков С.Н., Колпаков И.А., Колгатин С.Ю.. Рекомендации по внедрению DVB эфирного вещания. Сетевое планирование // «Теле-Спутник» №8, 2007.
- 11 Постановление Правительства РФ № 985 от 13.12.2009 “О Федеральной целевой программе “Развитие телерадиовещания в 2009–2015 гг.”
- 12 Скляр Б. Цифровая связь .— М. : Вильямс, 2003.
- 13 Макаров С. Б. Цикин И. А. Передача дискретных сообщений по радиоканалам с ограниченной полосой пропускания — М. : Радио и связь, 1988.
- 14 Прокис Дж. Цифровая связь. — М. : Радио и связь, 2000.
- 15 Interfaces for CATV / SMATV Headends and Similar Professional Equipment. Document A010.
- 16 ISO / IEC 13818-1. Information technology — Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information: Sysrems.
- 17 Биккенин Р. Р. Чесноков М. Н.Теория электрической связи : учеб. пособие для студ. высших учебных заведений.— М. : Академия, 2010.
- 18 Постановление Правительства РФ № 985 от 13.12.2009 “О Федеральной целевой программе “Развитие телерадиовещания в 2009–2015 гг.”
- 19 Птачек М. Цифровое телевидение: Теория и техника/Пер. с чеш.; под ред. Л.С. Виленчика,- М: Радио и связь, 1990.
- 20 Т.Е. Хакимжанов Расчет аспирационных систем. Дипломное проектирование. Для студентов всех форм обучений всех специальностей.-Алматы: АИЭС,2002.

21 СНиП РК 2.04 - 05 - 2002 Естественное и искусственное освещение. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства Алматы, 2007.

22 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров.— Алматы: АИЭС, 2009.

23Кружкова Р.В. Методические указания к выполнению организационно-экономической части дипломных научно-исследовательских работ. - М: МГУПП, 2002.

Перечень предметных указателей

РЧ канал - радиочастотный радиоканал;
ДН - диаграмма направленности(антенны);
РЭС - радиоэлектронное устройство;
BER - (Bin Error Ratation) относительное число ошибок на бит сообщения;
MER – (Modulation Error Ratation) коэффициент ошибок модуляции;
DVB - (Digital Video Broadcasting) система цифрового;
вещательного телевидения;
DVB-T2 - (Digital Video Broadcasting Terrestrial) система цифрового
вещательного телевидения 2-го поколения;
DVB-H - (Digital Video Broadcasting Handheld) система цифрового
вещательного телевидения при приеме на портативное устройство;
DVB-S - (Digital Video Broadcasting Satellite) система цифрового спутникового
вещательного телевидения;
ТВЧ - телевидение высокой четкости;
QAM - (Quardrature amplitude modulation) квадратурно-амплитудная.
модуляция;
QPSK - (QuardraturePhaseShiftKeying)квадратурная четырехпозиционная
фазовая модуляция;
OFDM - (Orthogonal frequency-division multiplexing)
мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов;
FFT - (fast Fourier transform) быстрое преобразование Фурье;
LDPC - (Low Density Parity Check) помехозащитного кода с низкой
плотностью проверок на четность;
BCH - (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) блочный кодер Боуза-Чоудхури-
Хоквингема;
TFS - (Time Frequency Slicing) частотно-временного деления на слоты;
MISO - (Multiple input single output) много входов один выход.

Приложение А

Т а б л и ц а 1.1- Отличие стандарта DVB-T от DVB-T2

Характеристики	DVB-T	DVB-T2
Режимы модуляции	16 QAM , 64 QAM	16 QAM, 64 QAM, 256 QAM
Размерность FTT	2 К, 8 К	1 К, 2 К, 8 К, 16 К, 32 К
Защитный интервал	1/4, 1/8, 1/16, 1/32	1/4, 19/256, 1/8, 19/128, 1/16, 1/32, 1/128
FEC	Сверточный код (СК) + код Рида-Соломона 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDC + BCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Ширина полосы канала	6, 7, 8 МГц	1,7; 5; 6; 7; 8; 10 МГц
Количество несущих	1705, 6817	853, 1705, 3409, 6817, 13633, 27265
Относительное количество служебных распределенных пилот-сигналов	8 % от общего количества несущих	1 %, 2 %, 4 %, 8 % от общего количества несущих
Относительное количество служебных повторяющихся пилот- сигналов	2,6 % от общего количества несущих	0,35 % от общего количества несущих
Скорость передачи	24,1 Мбит/с	35,9 Мбит/с
Метод сжатия	MPEG-2	MPEG-4
Максимальное количество TV каналов	8 каналов	15 каналов
Допустимое количество ошибок	MER - 35 дБ BER - $3,0 \times 10^{-2} \dots 1,0 \times 10^{-5}$	MER - 35 дБ BER - $10^{-11} \dots 10^{-13}$

Приложение Б

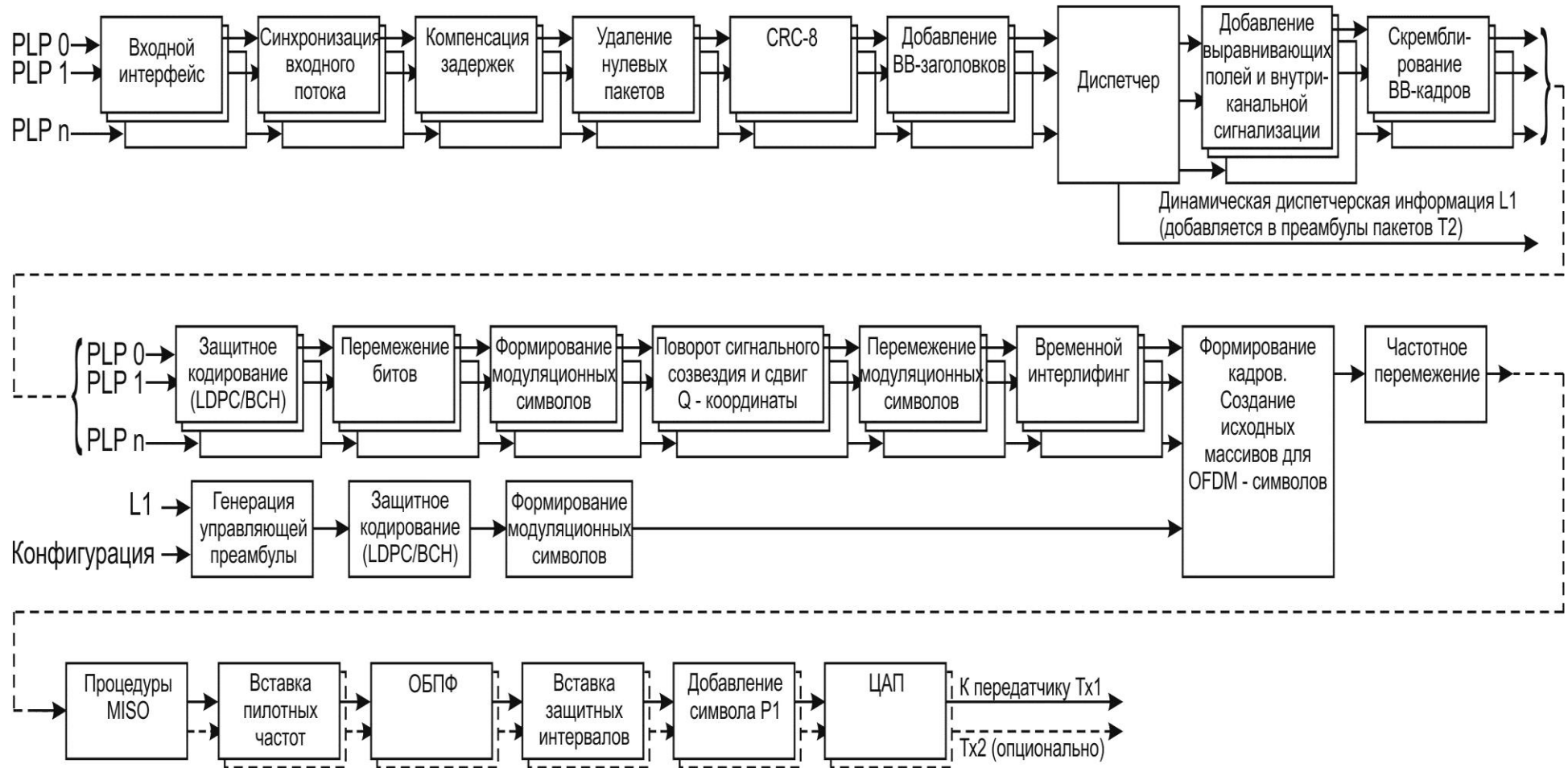


Рисунок 1.8 - Схема передающей стороны в системе DVB-T2

Приложение В

Зона покрытия РТС Астана 48 ТВК

Модель РРВ ITU-R P.525/526
Разрешение карты 50 м Р=3700
Вт, f=690 МГц (48 ТВК)
Нпер=188м, К_у=12.95дБи
h_{np}M=10М, К_{упр}m=12дБи Угол
наклона ДН-0.5 градуса.

78

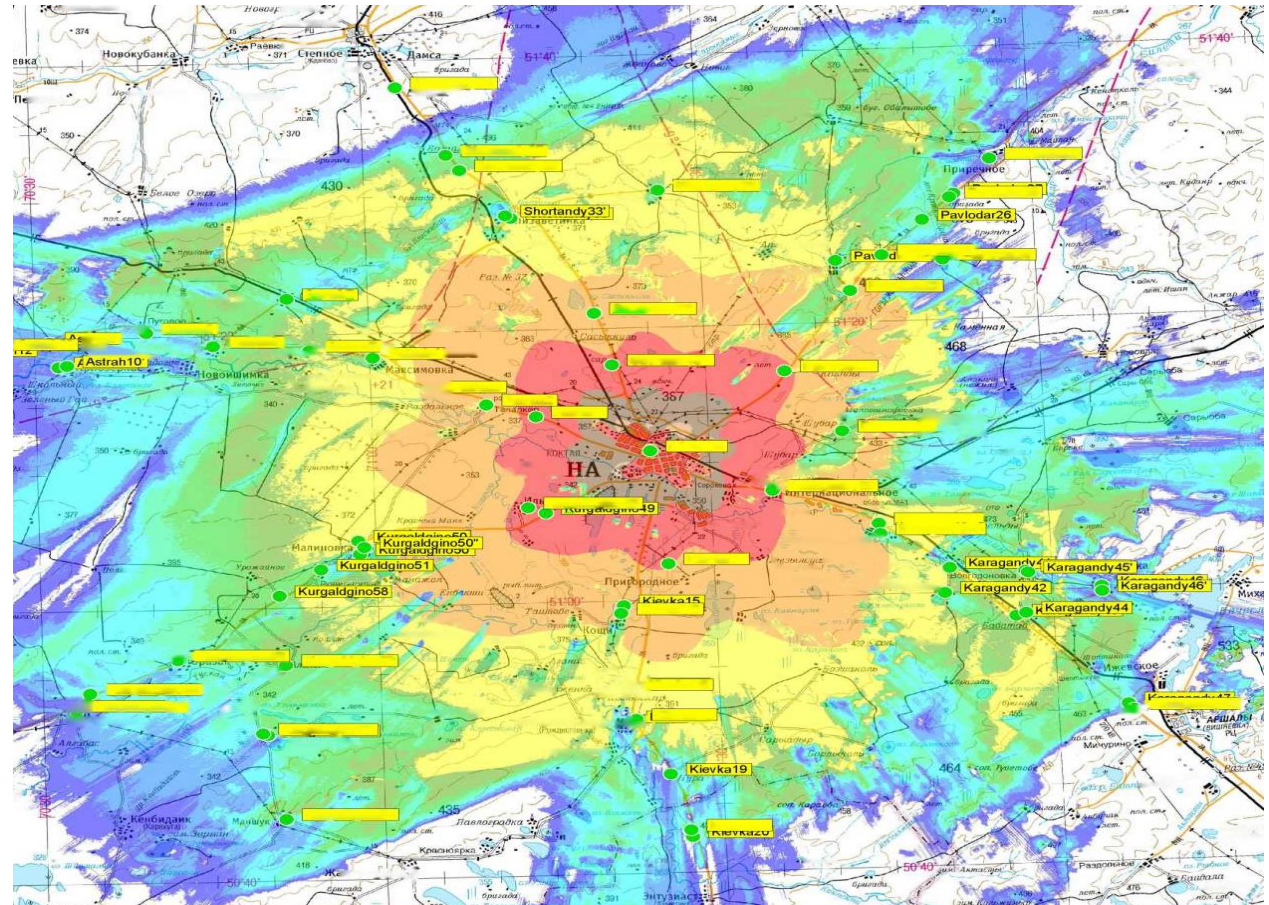
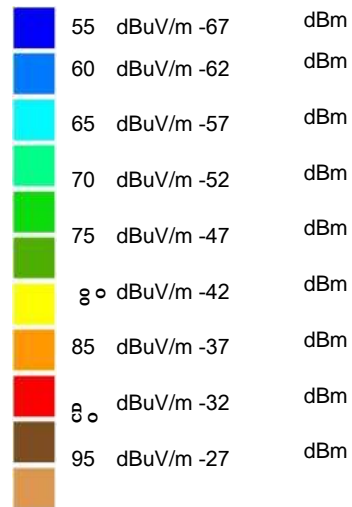


Рисунок 3.1 - Зона покрытия РТС Астана 48 ТВК

Приложение Г

Листинг программы

```
#include <stdio.h>
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <math.h>
using namespace std;
int main(int argc, char* argv[])
{
    setlocale(LC_ALL, "");
    int To = 290, F = 7, Ta;
    float k = 1.38e-23, Bp = 7.61e6, f = 690e6, Ga, Pn;
    char answer;
    char InputArg;
    char final_answer;
    do
    {
        cout << "Исходные данные: " << endl
            << "1) " << "To" << " = " << "290" << endl
            << "2) " << "k " << " = " << "1.38*10^-23" << endl
            //x^n=exp(n*ln(x))
            << "3) " << "F " << " = " << "7" << endl
            << "4) " << "Bp" << " = " << "7.61*10^6" << endl
            << "5) " << "f " << " = " << "690*10^6\n" << endl
            << "Требуется ли менять исходные данные?" << endl
            << "y/n" << endl;
        cin >> answer;
        if (answer == 'y')
        {
            cout << "Какие параметры должны быть изменены? Выберите номер параметра. Для выхода и отмены изменений введите \"q\" \"<< endl;
            for (int i = 0; i <= 4; i++)
            {
                cout << "№ = ";
                cin >> InputArg;
                switch (InputArg)
                {
                    case '1':
                        cout << "To = ";
```



```

        cin >> To;
        break;
    case '2':
        cout << "Постоянная Больцмана является
константой!" << endl;
        break;
    case '3':
        cout << "F = ";
        cin >> F;
        break;
    case '4':
        cout << "Bp = ";
        cin >> Bp;
        Bp = Bp*pow(10, 6);
        break;
    case '5':
        cout << "f = ";
        cin >> f;
        f = f*pow(10, 6);
        break;
    case 'q':
        i = 5;
        break;
    default:
        cout << "Введено неверное значение!" << endl;
        i = 0;
        break;
    }
}
}

    cout << "Ga = " << (Ga = 12 + (10 * log10(f / (800 * pow(10, 6)))))
<< " - Коэффициент усиления антенны, дБ(dB)" << endl; //коэффициент
усиления антенны, дБ
    cout << "Ta = " << (Ta = (1200 / f) + To) << " - Шумовая
температура антенны, К" << endl; //Шумовая температура антенны
    cout << "Pn = " << (Pn = F + 10 * log10(k*Ta*Bp)) << " - Шумовая
входная мощность, дБ(dB)" << endl; //Шумовая входная мощность, дБ
    cout << "Минимальная входная мощность для значений C/N: 2, 8,
14, 20, 26" << endl

    cout << "Минимальное эквивалентное входное напряжение
приемника: " << endl
        << "Uinmin1 = " << (Uinmin1 = F + 2 - 21 + 10 * log10(Ta)) << "
dBuV" << endl

```



```

        << "Uinmin2 = " << (Uinmin2 = F + 8 - 21 + 10 * log10(Ta)) << "
dBuV" << endl
        << "Uinmin3 = " << (Uinmin3 = F + 14 - 21 + 10 * log10(Ta)) <<
" dBuV" << endl
        << "Uinmin4 = " << (Uinmin4 = F + 20 - 21 + 10 * log10(Ta)) <<
" dBuV" << endl
        << "Uinmin5 = " << (Uinmin5 = F + 26 - 21 + 10 * log10(Ta)) <<
" dBuV" << endl
        << "Uinmin6 = " << (Uinmin6 = F + 30 - 21 + 10 * log10(Ta)) <<
" dBuV" << endl
        << "Uinmin7 = " << (Uinmin7 = F + 35 - 21 + 10 * log10(Ta)) <<
" dBuV" << endl;
    cout << "Минимальная напряженность поля: " << endl
        << "Emin1 = " << (Emin1 = -30 + F + 2 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin2 = " << (Emin2 = -30 + F + 8 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin3 = " << (Emin3 = -30 + F + 14 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin4 = " << (Emin4 = -30 + F + 20 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin5 = " << (Emin5 = -30 + F + 26 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin6 = " << (Emin6 = -30 + F + 30 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl
        << "Emin7 = " << (Emin7 = -30 + F + 35 - Ga + 20 * log10(f)) <<
" dBuV/m" << endl;
    cout << "Минимальная напряженность поля, рассчитанная через
минимальную входную мощность (PdBm): " << endl
        << "Emin1 = " << (Emin1a = Pdbm1 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin2 = " << (Emin2b = Pdbm2 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin3 = " << (Emin3c = Pdbm3 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin4 = " << (Emin4d = Pdbm4 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin5 = " << (Emin5e = Pdbm5 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin6 = " << (Emin6f = Pdbm6 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl
        << "Emin7 = " << (Emin7g = Pdbm7 - Ga + 77.2 + 20 * log10(f))
<< " dB" << "u" << "V/m" << endl;
    cout << "Выйти из программы?" << endl;

```

```
        cin >> final_answer;  
    } while (final_answer != 'y');  
}
```