

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

Шакир Акмардин Шухратұлы

Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет имени
К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ЭТиКТ
канд. техн. наук
Таштай Е.Т.
«20» 05 2022 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области»
по специальности 5В071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Выполнил

Шакир А.Ш.

Рецензент
Канд.техн.наук, ст.преподаватель
КазНУ им.Аль-Фараби
 Абдуллаев М.А.
«20» 05 2022 г.

Научный руководитель
лектор каф.ЭТиКТ
КазНУ им.К.И.Сатпаева
 Джунусов Н.А.
«27» 05 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт автоматизации и информационных технологий

Кафедра «Электроники, телекоммуникации и космических технологий»

5B071900– Радиотехника, электроника и телекоммуникации

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ЭТиК
канд. техн. наук
Таштай Е.Т.
« 21 » ху 2022 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Шакиру Акмардин Шухратұлы*
Тема: *Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области*

Утверждена приказом Ректора Университета №489-П/Ө от «24» декабря 2022 года.

Срок сдачи законченной работы «20» мая 2022г.

Исходные данные к дипломной работе: Ширина полосы частот равна 7,61 МГц; длительность рабочего интервала $T_r=896$ мкс; число несущих-6817 для режима модуляции 8К; полная скорость передачи-41 Мбит/с при 64 КАМн; скорость передачи полезных данных-39 Мбит/с при 64 КАМн; стандартная продолжительность кадра T2 — около 200 мс; высшая модуляция в T2 увеличена до 256 QAM; в T2 применяются новые режимы — 16К и 32К.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Анализ стандарта DVB-T2
- б) Построения стандарта цифрового эфирного телевидения
- в) Выбор оборудования для внедрения стандарта DVB-T2
- г) Расчет основных параметров цифрового эфирного телевидения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 10-15 слайдов презентации работы.

Рекомендуемая основная литература:

- 1). Цифровое телевидение., учебник для студ. Под редакцией Соатова Х.С. Авторы: Гаврилов И.А., Рахимов Т.Г., Пузий А.Н., Носиров Х.Х.,


Кадиров Ш.М. 2016 г.-294 с. 2). В.Л. Карякин. Цифровое телевидение.Издательство- М.: Солон-пресс, 2019 г.-460 с

ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Построения стандарта цифрового эфирного телевидения	10.01.2022-20.01.2022	5 стр и 1-2 слайда
Выбор оборудования для внедрения стандарта DVB-T2	20.01.2022-10.02.2022.	5-10 стр , 1-2.
Расчет основных параметров цифрового эфирного телевидения	11.02.2022-28.02.2022.	10 стр . 3-5 слайдов 5
Окончательная версия дипломной работы	01.03.2022-30.03.2022	5 стр , 2-5 слайдов

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Магистр технических наук, лектор С.Ибекеев	20.05.2022	

Научный руководитель  Джунусов Н.А.

Задание принял к исполнению обучающийся  Шакир А.Ш.

Дата «20 05» 2022 г.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе разработан проект телевизионного цифрового эфирного вещания в стандарте DVB-T2 в отдаленных районах Алматинской области.

В работе осуществлен анализ ситуации на сегодняшний день, произведены теоретические и практические расчеты зоны покрытия и зоны уверенного приема сигнала, проведен выбор оборудования для проектируемой сети.

АҢДАТПА

Бұл дипломдық жұмыста Алматы облысының аудандардың DVB-T2 стандартындағы теледидарлық сандық эфирлық хабар тарату жобасы әзірленген. Жұмыста бүгінгі күнге дейін жағдайдың талдауы жүзеге асырылды, қамту және сигналдың сенімді қабылдау аймағының теориялық және практикалық есептеулері өндірілді, жобаланатын желі үшін жабдықтардың таңдалуы жүргізілді.

ANNOTATION

In this thesis, a project of digital television broadcasting in the DVB-T2 standard in remote areas of the Almaty region has been developed.

The analysis of the current situation is carried out, theoretical and practical calculations of the coverage area and the zone of confident signal reception are made, the selection of equipment for the projected network is carried out.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Теоретическая часть	10
1.1 Анализ развития цифрового телевидения	11
1.2 Цифровое эфирное телевидение	11
1.3 Отличие стандарта DVB-T от DVB-T2	13
1.4 Преимущества и недостатки цифрового телевидения	14
2 Характеристика цифрового телевидения и выбор оборудования	18
2.1 Выбор цифрового приемника	18
2.2 Выбор цифрового телевизионного передатчика	23
2.3 Выбор антенно-фидерных устройств	25
2.4 Выбор спутникового модема	27
2.5 Выбор типа фидера	30
2.6 Разработка плана размещения оборудования для цифрового эфирного телевидения	31
3 Расчетная часть	37
3.1 Теоретический расчет зоны покрытия	37
3.2 Расчет фидера	44
3.3 Практический расчет зоны покрытия	46
Заключение	50
Список использованной литературы	51

ВВЕДЕНИЕ

В мировом развитии средств массовой информации одну из важнейших ролей играет телевидение. Оно является самым доступным и распространенным средством. Телевидение обеспечивает большинство людей сведениями из всех областей нашей жизни, тем самым оказывая большое влияние на культурное и информационное развитие общества.

Цифровое телевидение — это технология передачи телевизионного изображения и звука при помощи кодирования видеосигнала и сигнала звука с использованием цифровых каналов. Историю развития цифрового телевидения условно подразделяют на три этапа, которые характеризуются научно-исследовательскими работами, экспериментальными установками и устройствами, а также стандартами.

Первый этап развития цифрового телевидения характеризуется использованием цифровой техники в отдельных частях ТВ систем при сохранении аналоговых каналов связи. На данном этапе всё студийное оборудование переводится на цифровой сигнал, обработку и хранение которого, в пределах телецентра, осуществляют цифровыми средствами. На выходе из телецентра, телевизионный сигнал преобразуется в аналоговую форму и передается по обычным каналам связи.

Также на данном этапе, характерно введение цифровых блоков в ТВ приёмники с целью повышения качества изображения и звука, а также расширения функциональных возможностей. Примером таких блоков являются цифровые фильтры, устройства перехода от чересстрочной к квазипрогрессивной развёртке, повышение частоты полей до 100 Гц, реализация функций «стоп-кадр» и «кадр в кадре» и т.д.

Второй этап развития цифрового телевидения — создание гибридных аналого-цифровых ТВ систем с параметрами, отличающимися от принятых в обычных стандартах телевидения. Можно выделить два основных направления изменения телевизионного стандарта: переход от одновременной передачи яркостного и цветоразностных сигналов к последовательной их передаче и увеличение количества строк в кадре и элементов изображения в строке. Реализация второго направления связана с необходимостью сжатия спектра ТВ сигналов для обеспечения возможности их передачи по каналам связи с приемлемой полосой частот.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Анализ развития цифрового телевидения

В мировом развитии средств массовой информации одну из важнейших ролей играет телевидение. Оно является самым доступным и распространенным средством. Телевидение обеспечивает большинство людей сведениями из всех областей нашей жизни, тем самым оказывая большое влияние на культурное и информационное развитие общества.

Цифровое телевидение - это технология передачи телевизионного изображения и звука при помощи кодирования видеосигнала и сигнала звука с использованием цифровых каналов. Историю развития цифрового телевидения условно подразделяют на три этапа, которые характеризуются научно-исследовательскими работами, экспериментальными установками и устройствами, а также стандартами.

Первый этап развития цифрового телевидения характеризуется использованием цифровой техники в отдельных частях ТВ систем при сохранении аналоговых каналов связи. На данном этапе всё студийное оборудование переводится на цифровой сигнал, обработку и хранение которого, в пределах телецентра, осуществляют цифровыми средствами. На выходе из телецентра, телевизионный сигнал преобразуется в аналоговую форму и передаётся по обычным каналам связи.

Также на данном этапе, характерно введение цифровых блоков в ТВ приёмники с целью повышения качества изображения и звука, а также расширения функциональных возможностей. Примером таких блоков являются цифровые фильтры, устройства перехода от чересстрочной к квазипрогрессивной развёртке, повышение частоты полей до 100 Гц, реализация функций «стоп-кадр» и «кадр в кадре» и т.д.

Второй этап развития цифрового телевидения — создание гибридных аналого-цифровых ТВ систем с параметрами, отличающимися от принятых в обычных стандартах телевидения. Можно выделить два основных направления изменения телевизионного стандарта: переход от одновременной передачи яркостного и цветоразностных сигналов к последовательной их передаче и увеличение количества строк в кадре и элементов изображения в строке. Реализация второго направления связана с необходимостью сжатия спектра ТВ сигналов для обеспечения возможности их передачи по каналам связи с приемлемой полосой частот.

Примеры гибридных ТВ систем:

- Японская система телевидения высокой чёткости MUSE;
- Западно-европейские системы семейства MAC

В передающей и приёмной частях этих систем сигналы передаются в аналоговой форме. Системы MUSE и HD-MAC имеют формат 16:9, количество строк в кадре 1125 и 1250, частоту кадров 30 и 25 Гц, соответственно.

Третий этап развития цифрового телевидения — создание полностью цифровых телевизионных систем.

После появления аналого-цифровых систем телевидения высокой чёткости в Японии и Европе (MUSE и HD-MAC), в США в 1987 году был объявлен конкурс на лучший проект системы телевидения высокого разрешения для утверждения в качестве национального стандарта. В первые годы на этот конкурс были выдвинуты различные аналоговые системы. Вышеупомянутые гибридные телевизионные системы, предусматривающие передачу сигнала только по спутниковым каналам, вскоре были сняты с рассмотрения. Это объяснялось тем, что в США около 1400 компаний осуществляют наземное вещание, и очень широко развита сеть кабельного вещания.

Рассматривались даже проекты аналоговые системы, предусматривающие передачу по одному стандартному каналу двух сигналов

— обычного ТВ сигнала и дополнительного, который в приёмнике с соответствующим декодером позволяет получить изображение с бóльшим количеством строк и элементов разложения в строке.

Но уже в 1990 году появились первые предложения полностью цифровых систем телевидения. С каждым годом возрастало количество таких проектов и улучшались их характеристики. В начале 1993 года последние аналоговые системы окончательно были сняты с рассмотрения. А в мае 1993 года 4 группы компаний, представлявших близкие по существу проекты, объединились и в дальнейшем представляли единый проект, который и стал основой стандарта полностью цифровой телевизионной системы в США. Основой этого проекта стал тогда ещё не утверждённый стандарт MPEG-2.

В Европе в 1993 году, когда стало ясно, что за цифровыми телевизионными системами будущее, был принят проект DVB (Digital Video Broadcasting — Цифровое Видео Вещание), также основанный на MPEG-2. В настоящее время системы цифрового телевидения быстро развиваются во многих странах. При этом в первую очередь решается задача значительного увеличения количества передаваемых программ телевидения обычного разрешения, так как это даёт быстрый коммерческий эффект. Во многих странах поставлен вопрос о прекращении в первых десятилетиях XXI века аналогового телевизионного вещания и полном переходе к цифровому телевидению.

1.2 Цифровое эфирное телевидение

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». 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, то есть абонентские приставки. На сегодняшний день консорциум разработал восемь основных стандартов DVB:

а) цифровое спутниковое телевидение (DVB-S, DVB-S2); б) цифровое кабельное телевидение (DVB-C, DVB-C2); в) цифровое эфирное телевидение (DVB-T, DVB-T2);

г) мобильное телевидение (DVB-H, DVB-SH) [1].

Спутниковое телерадиовещание представляет собой систему распространения теле-, радиоканалов посредством ретрансляторов, размещаемых на спутниках связи.

Кабельное телерадиовещание представляет собой систему распространения теле-, радиоканалов посредством кабельных и эфирно-кабельных сетей, за исключением абонентских линий, для оказания услуг доступа к сети Интернет.

Цифровое эфирное телерадиовещание (бесплатное) представляет собой систему распространения теле-, радиоканалов посредством наземных передающих станций с использованием методики оцифровки оригинального сигнала.

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. 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:

а) 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;

б) DVB-T2 в первую очередь должны быть направлены на передачу в

фиксированной и мобильной антенной;

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

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

д) 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;

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

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

и) 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 %.

1.3 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. 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. 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-Носquenghem; 3) появление нового режима модуляции 256 QAM. В таблице 1, приведены сравнительные характеристики технологий DVB-T и DVB-T2 при одинаковых условиях распространения

Таблица 1.1- Отличие стандартов DVB-T и DVB-T2

Характеристики	DVB-T	DVB-T2
Режимы модуляции	16 QAM, 64 QAM	16QAM, 64 QAM, 256 QAM
Размерность ФТТ	2 К, 8К	1К, 2К, 8К, 16К, 32К
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 + код Рида-Соломона 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8	LDC+VCH 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6
Ширина полосы канала	6, 7, 8 МГц	1,7; 5; 6; 8; 10 МГц
Количество несущих	1705, 6817	853, 1705, 3409, 6817, 13633, 27265
Относительное количество служебных распределительных 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 каналов	8 каналов	15 каналов
Допустимое количество ошибок	MER – 35 дБ BER – $0,03 \dots 10^{-5}$	MER – 35 дБ BER – $10^{-11} \dots 10^{-13}$

1.4 Преимущества и недостатки цифрового телевидения

Применение цифрового телевидения обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с аналоговым телевидением:

- Повышение помехоустойчивости трактов передачи и записи телевизионных сигналов
- Уменьшение мощности передатчиков
- Существенное увеличение числа телевизионных программ, передаваемых в том же частотном диапазоне
- Повышение качества изображения и звука телевизионных приёмниках
- Создание ТВ систем с новыми стандартами разложения изображения (телевидение высокой чёткости)
- Расширение функциональных возможностей студийной аппаратуры
- Передача в ТВ сигнале различной дополнительной информации
- Создание интерактивных ТВ систем, при пользовании которыми зритель получает возможность воздействовать на передаваемую программу (например, видео по запросу)
- Функция "В начало передачи"
- Архив ТВ-передач и запись ТВ-передач
- Выбор языка и субтитров

Недостатки

- Неоконченное внедрение цифрового телевидения в отдаленных районах Республики Казахстан
- Вещание небольшого количества каналов
- Фризы – явление, когда изображение рассыпается на кубики или замирает.

Вызвано слабым сигналом или атмосферными помехами.

- Чувствительность к атмосфере, погоде, рельефу и так далее.
- Ограниченный набор каналов.
- Необходимость приобретения дополнительного оборудования (приставки)
- Не все каналы вещают в HD.
- Разное соотношение сторон у каналов.

Характеристика существующего состояния

Идея создания интерактивного телевидения впервые была высказана президентом Нурсултаном Назарбаевым в Послании народу Казахстана

«Новый Казахстан в новом мире». Она обусловлена необходимостью качественных изменений в сфере телекоммуникаций.

Информационная безопасность страны является таким же важным фактором как и военная или политическая безопасность. Казахстан граничит с пятью государствами и именно в приграничных районах идет большое давление культур и уставов других народов на наше общество. Определенная часть граждан поневоле зависят от информационного влияния соседних стран. Особенно это касается жителей южного и северного Казахстана, которые проживают в приграничных с Российской федерацией и Узбекистаном районах.

Широкую популярность в северных, северо-западных, северо-восточных регионах Казахстана обрели российские телеканалы. Практически все жители этих регионов узнают новости через российские радиостанции и телеканалы, газеты и

журналы. В Казахстане в данное время продаются больше российских печатных изданий, чем казахстанских. Этому причина несовершенство закона о СМИ РК и должного контроля и наблюдения за этим сектором рынка. Тысячи газет и журналов сопредельных стран заполнили наши прилавки. Мы понимаем, что в рыночное время каждый волен продавать и покупать, что ему угодно, но если мы в скором время не наведем порядок в этом секторе рынка, то мы всегда будем информационно зависимы от соседних стран. Это нежелательно для безопасности любого независимого государства мира, тем более для такой молодой страны, как наша республика, поскольку патриотизм граждан только формируется и нельзя допустить, чтобы она была подвержена влиянию извне.

В данном регионе население в основном пользуются спутниковым телевидением зарубежных и местных операторов, в связи с чем происходят нарушения нормативно-правовой базы Республики Казахстан:

- Реализация оборудования не соответствующих стандартов. Многие зарубежные операторы вещают в стандарте DVB-S, который является неразрешенным в Казахстане.

- Незаконная реклама товаров и услуг, подлежащих реализации

- Нарушение прав потребителей. Реализация приемного оборудования для подключения контрафактных услуг зарубежных операторов вещания, осуществляющих деятельность без наличия лицензии.

- Нарушение налогового законодательства РК. Ежегодно мимо бюджета Казахстана проходит около двух млрд тенге.

- Недобросовестная конкуренция. Зарубежные операторы не создают рабочих мест в Казахстане, не платят налоги, транслируют телеканалы, которые не прошли постановку на государственный учет согласно требованиям Закона РК «О телерадиовещании»

Проектируемая сеть позволит организовать цифровое телевизионное вещание пакета телепрограмм в первом частотном мультиплексе на территории области с обеспечением эфирной трансляции телевизионных и радиопрограмм с охватом не менее 98% населения. В состав пакета телепрограмм войдут 10 телевизионных программ и 3 радиовещательные программы в соответствии с перечнем.

При дополнительной установке на приемно-передающей станции VSAT-станции будет возможно предоставлять все современные услуги связи:

- Широкополосный доступ в Интернет;
- Телефонная связь;
- Объединение локальных сетей (построение VPN-сетей);
- Передача аудио-, видеоинформации;
- Видеоконференцсвязь.

В состав телепакета войдут такие телеканалы как:

- Казахстан
- Балапан
- Хабар
- Білім және мәдениет

- 24 KZ
- Астана
- КТК
- 7 канал
- Первый канал Евразия
- Мир
- 31 канал
- НТК
- Muzzone
- Hit TV

Телевидение идеологически и информационно готовит общественное мнение, формирует реакцию телезрителя. Государство либо отдельные организации и группы определяют культурную политику телевизионных каналов с помощью политических (цензура и т.п.) либо экономических (коммерческих) рычагов управления. Идеи, ценности, образцы поведения, идеалы, стереотипы мышления современного человека формируются в большей степени с помощью телевидения.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

2.1 Выбор цифрового приемника

Harmonic ProView 7000 это первый в мире масштабируемый ресивер с DVB-дескремблированием, мультиформатным декодером видео и процессором для потоков MPEG.

ProView 7000, изображенный на рисунке 3, хорошо подходит под системы обмена цифровым контентом, полное дескремблирование транспортного потока, декодирование и другие приложения цифровой ГС.

Предлагая модульный дизайн, ProView 7000 эффективен для целого спектра задач: от декодирования одного канала, до ремультимплексирования множества потоков. Декодер незаменим для миграции к архитектуре «все на IP» и является лучшим выбором для работы с HD-контентом. Гибкая аппаратная платформа может быть легко переконфигурирована под новые форматы и кодеки видео, к примеру к переходу от SD MPEG-2 на HD AVC. Большое количество опциональных входных интерфейсов от DVB-S/S2 до IP и DVB-ASI позволяют оптимизировать архитектуру платформы, создавая разные схемы резервирования, например первичный DVB-S и резервное IP- подключение

Полностью интегрированная платформа объединяет много возможностей: дескремблирование нескольких потоков, декодирование разных форматов и кодеков, а также функции ремультимплексора, включая PID фильтрацию, remapping и регенерацию таблиц.

ProView 7000 оснащен двумя модулями (картами) декодера, с поддержкой SD, HD, MPEG-2 и AVC.

Широкий выбор входных интерфейсов, включая DVB-S2, ASI и IP входы

- 2 независимых выхода ASI;
- Двойной выход IP. Коммутатор с поддержкой резервирования 1+1;
- Два интегрированных DVB common interface позволяют дескремблировать два полных транспортных потока;
- Одноканальный декодер в 1-RU;
- Декодирование MPEG-4AVC/MPEG-2 SD/HD;
- Декодирование звука MPEG-1 Layer II (Musicam), Dolby Digital (AC- 3), AAC;
- Цифровые выходы видео HD-SDI,SD-SDI, HDMI и аналоговые;
- Ремультимплексирование «из любого потока в любой поток»;
- Регенерация таблиц PSI/SI и MPEG;
- Графический интерфейс GUI для простого управления;
- Конфигурирование и мониторинг через SNMP;
- Поддержка архитектуры «все на IP» - Harmonic являлся пионером таких решений, выпустив первый в мире декодер с выходом видео через IP. ProView 7000 в комбинации с встроенным декодером FLEX дает полную

масштабируемость решения и экономически эффективный переход к архитектуре «все на IP»

- Встроенный механизм down-конвертации качества видео, позволяет не только преобразовать HD в SD, но и изменить соотношение сторон изображения и перекодировать звук для него

- Простое управление: ProView7000 просто управляется через удаленный интерфейс или через Harmonic NMX Digital Service Manager™ для конфигурирования, мониторинга и автоматического резервирования в централизованной или распределенной архитектуре

Входные РЧ интерфейсы DVB-S/DVB-S2:

- Вход L-Band с управлением LNB, разъем F, 75 Ом;
- частотный диапазон 950 - 2150 МГц;
- входной уровень РЧ-сигнала -65...-25 dBm;
- питание LNB: 13 VDC, 18 VDC / 350 mA.

Входы DVB-S:

- диаграмма QPSK;
- символьная скорость 1 - 45 Msym/s;
- поддержка всех соотношений FEC;
- Стандартный вход DVB-S2:
- схемы модуляции QPSK, 8PSK (16APSK – опция на 1 входе);
- символьная скорость 1 - 45 Msym/s;
- поддержка всех стандартных соотношений FEC;
- блоки FEC: стандартные и нормальные;
- режим ССМ (VCM – опционально по одному входу).пилот-сигналы:

включение и выключение

Вход ASI:

- разъем 4x BNC, 75 Ом;
- длина пакета 188 Байт;
- максимальная скорость транспортного потока 108 Мбит/с;
- совместим с CENELEC EN 50083-9;
- выходные интерфейсы транспортного потока.Выход ASI:
- количество выходов 2;
- разъем 2x BNC, 75 Ом;
- длина пакета 188;
- максимальная скорость транспортного потока 108 Мбит/с;
- совместим с CENELEC EN 50083-9.

Выход MPEG Over IP:

- потоки SPTS / MPTS;
- протокол инкапсуляции MPEG-2 TS over UDP over IP v4;
- поддержка резервирования на физическом уровне 1+1;
- поддержка рассылки Multicast;
- разъем 100/1000Base-T, RJ-45.

Обработка транспортных потоков:

- ремультимплексирование «из любого в любой» на уровне потока, сервиса и компонента;
- фильтрация PID и сервисов;
- высокоточный PCR re-stamping;
- обработка и регенерация PSI / SI;
- автоматическая генерация и пропуск таблиц PSI/SI;
- удаление сигналов (сообщений) системы условного доступа (CA) в процессе дескремблирования.

Система условного доступа:

- поддержка DVB-CI: два независимых слота EN-50221
- методы CA: Multicrypt, Simulcrypt
- поддержка различных CAS: Viaccess®, Irdeto®, Conax®, Nagravision® (неполный перечень)

Декодирование видео

- MPEG-2 SD 4:2:0 MP@ML;
- MPEG-2 HD 4:2:0 MP@HL;
- MPEG-4 AVC SD MP@L3;
- MPEG-4 AVC HD MP@L4.0 / HP@4.0.

Максимальная скорость потока:

- MPEG-2 SD – 15 Мбит/с;
- MPEG-2 HD – 50 Мбит/с;
- MPEG-4 AVC SD – 10 Мбит/с;
- MPEG-4 AVC HD – 20 Мбит/с (MP), 25 Мбит/с (HP).

Форматы видео:

- 1080i @ 29.97, 30, 25 fps
- 720p @ 59.94, 50, 60 fps
- 480i @ 29.97 fps
- 576i @ 25 fps
- 480p @ 59.94 fps

Аналоговые стандарты видео: PAL-B/G/I/M/N/D, NTSC

Обработка видео:

- преобразование сигнала HD «вниз» с конвертацией соотношений сторон изображения в режимах Letter Box, Center Cut
- конвертация сторон изображения: из 16:9 в 4:3;
- повторная вставка VBI в композитное видео и добавление в поток SDI;

Декодирование аудио:

- 2 стерео пары декодирования аудио;
- стандарт MPEG-1 Layer-II;
- преобразование «вниз» формата Dolby Digital®;
- пропуск Dolby Digital® 5.1.

Размер: (H x W x D) 4.4 см x 48.3 см x 39.37 см (1 RU).

Вес: 5 кг.

Питание: 100 В-240 В, 50/60 Гц.

Потребляемая мощность: 100 Вт.



Рисунок 2.1 – Приемник Harmonic ProView 7000



Рисунок 2.2 – Приемник Cisco IRD серии D9854

Cisco IRD серии D9854, изображенный на рисунке 4, является универсальным спутниковым приемником DVB-S/S2 с поддержкой форматов сжатия MPEG-2 и MPEG-4, разрешения SD и HD, с возможностью IP-выхода (функционал определяется при заказе). Имеет 4 переключаемых входа L-диапазона. Возможность цифровой вставки (DPI). Поддержка многоканального дескремблирования. Имеет версии для работы с системой условного доступа PowerVu.

Стандарты: MPEG-2 и DVB совместимый EN 300 421, EN 300 468.

Демодуляция: DVB-S QPSK, DVB-S2 QPSK и 8PSK.

Количество входов RF 4 (1 активен одновременно). Входной уровень : от -25 до -65 дБм на несущую.

Частотный диапазон: от 950 до 2150 МГц. Диапазон скорости передачи символов DVB-S:

- 1.0 до 45 MSymbols / сек. DVB-S2:
- 10,0 до 30 MSymbols / сек;
- 1,0 до 10 MSymbols / сек. Диапазон захвата носителей:
- $\geq \pm 3,0$ МГц (1-10 Msymbols);
- $\geq \pm 5,0$ МГц (10-30 Msymbols). Спутники: С-диапазона и Ku-диапазона.

Входное полное сопротивление: 75 Ом. ASI вход:

MPEG-2 транспортный вход EN50083-9, DVB-ASI коаксиальный, 188/204 байт.

Аналоговый HD видео выход:

- количество каналов 1;
- тип видео декомпрессии MPEG-2 4:02:00 и MPEG-4 AVC 4:02:00

(необязательно);

- видео стандарт 1080i на 29,97 кадров в секунду (FPS), 1080i AT25 кадров в секунду, 720p at 59.94 кадров в секунду, и 720p at 50 кадров в секунду;
- горизонтальные разрешения видео 1080i: 1920, 1440, и 1280; 720p: 1280, 960, 640.

Аналоговый SD видео выход

- Количество каналов 1 (2 идентичных выхода);
- тип видео декомпрессии MPEG-2 4:02:00 и MPEG-4 AVC 4:02:00;
- видео стандарт NTSC и PAL B / G / I / D / M / N;
- максимальное разрешение видео 720x480 и 576 видео выход. Аналоговый

аудиовыход

- количество каналов 2 стерео пары или 4 моно каналов и 5.1-канальный понижающего микширования;
- аудио декомпрессии MPEG или Dolby Digital (AC-3);
- HE-AAC одного стереопара или Dolby Digital Plus одного стереопара;
- выходной уровень Сбалансированные, регулируемые аудио выходы устанавливаются на заводе для единичного усиления (0 дБм вне над 600 Ом для 0 дБм в). Output is регулируется на передней панели на $\pm 6,0$ дБ (см. 100 кОм) и откалиброван на заводе до +18 дБ (при полной шкалы);
- частотный отклик $\pm 0,5$ дБ, 20 Гц до 20 кГц (см. 100 кОм);
- суммарные гармонические искажения $<0,3\%$ при 1 кГц (см. 100 кОм);
- динамический диапазон 85 дБ (в среднем метр ответ CCIR [ARM] взвешивание);
- перекрестные помехи 80 дБ при 1 кГц (типичное значение). Цифровой

HD видео выход

- количество каналов 1
- выбор выходные пользователя порты 2
- тип выхода BNC
- выходной формат HD-SDI, SMPTE-292M, SDI, SMPTE-259M
- встроенное аудио: 2 аудио-программы, PCM или сквозной, 2 цифровых выхода аудио (1 стерео канала каждый), BNC, AES-3id, SMPTE 276M;

ASI выход:

MPEG-2 транспортный выход: EN50083-9, DVB-ASI коаксиальный,

Программируемый релейный выход: аварийный сигнал или настраивается на один из 8 выходов с открытым коллектором.

Выход звукового сигнала:

- сбалансированный аудиовыход -3.0 дБ ± 3 дБ, 600 Ом;
- выходное сопротивление <50 Ом. Cue триггерный выход:
- 8 выходов;
- тип: открытый коллектор. Требования к окружающей среде:
- рабочая температура $0-50$ °C ($32-122$ °F);
- хранение $-20-70$ °C ($-4-158$ °F).

Сделав анализ технических характеристик и стоимости изделий, я сделал

выбор в пользу спутникового приемника Cisco IRD серии D9854, так как он потребляет в два раза меньше электроэнергии и имеет меньшую стоимость. Функционал приемника Harmonic ProView 7000 в нашем случае является избыточным, так как требуется только подача ASI-сигнала на передатчик.

2.2 Выбор цифрового телевизионного передатчика

На сегодняшний день существует большое количество различных фирм предлагающих цифровое оборудование стандарта DVB-T2. Передатчики зарубежной фирмы Harris были испытаны в опытной зоне цифрового вещания в стандарте DVB-T2 в Республике Казахстан. Эти испытания показали в целом очень хорошие результаты, была достигнута существенно большая зона покрытия, чем в классическом стандарте DVB-T и реализована передача программ стандартной и высокой четкости в наиболее скоростных режимах работы стандарта DVB-T2. Российские фирмы производители так же положительно зарекомендовали себя на рынке цифрового оборудования предприятия ООО «НПП Триада-ТВ», ООО «НПК Микротек» и ОАО «МАРТ». Эти предприятия длительный период времени торгуют оборудованием на российском рынке. Являются поставщиком оборудования, комплектующих и расходных материалов для различных подразделений «РТРС».

Остановимся на оборудовании этих российских предприятий.

Цифровой телевизионный передатчик DVB-T2 10Вт предприятия «Март» - «Нева Ц-0,01».

Основные технические характеристики:

- выходная мощность- 0,01 кВт;
- частотный диапазон- 470 - 862 МГц; входные интерфейсы:
- 2 x ASI, BNC;
- 100/1000 base – T (RG45), Протоколы: RTP,UDP;
- режим передачи- MFN, SFN-SISO, SFN-MISO;
- модуляция- QPSK, 16 QAM, 64 QAM, 256 QAM (normal and rotated);
- количество несущих:
- 1К, 2К, 4К, 8К;
- расширенное 8К, 16К;
- расширенное 16К, 32К;
- расширенное 32К;
- потребляемая мощность -0,2 кВт.

Данные передатчики являются аналогами передатчиков зарубежных производителей, стоимость которых превышает стоимость данных. Несмотря на большую стоимость характеристики передатчиков аналогичны.

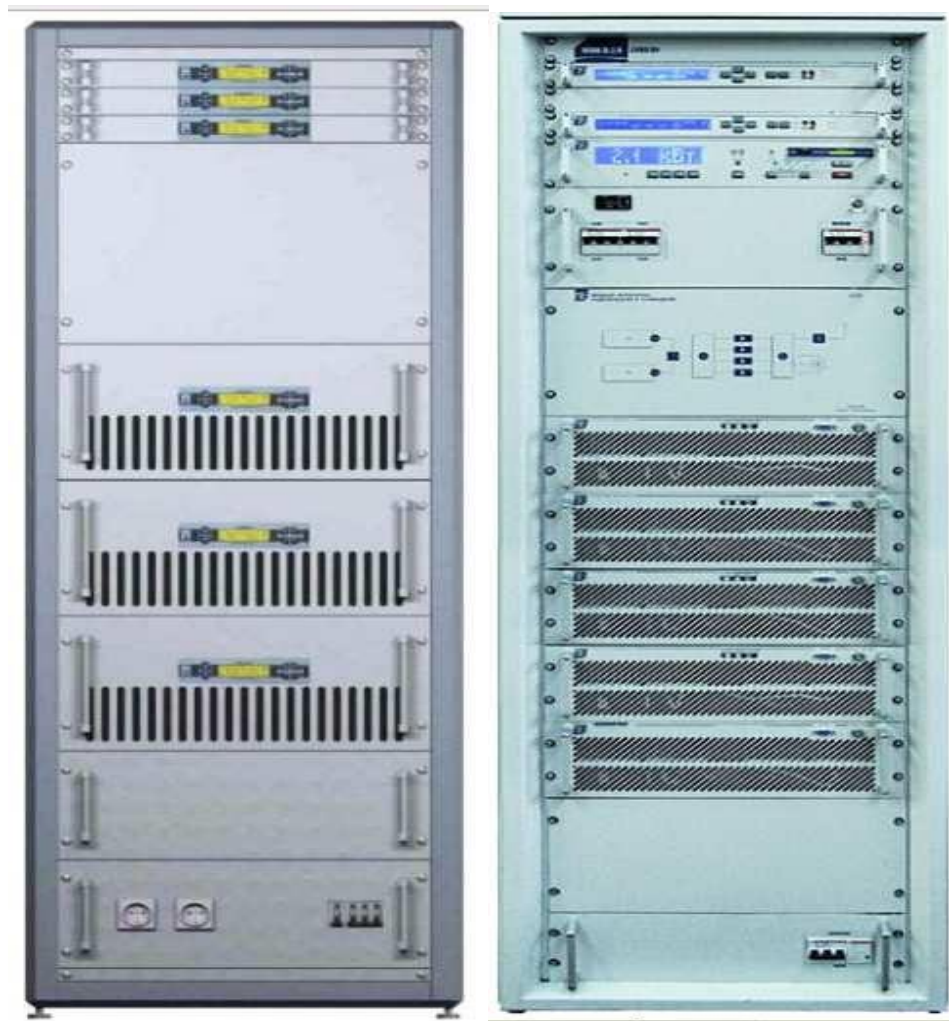


Рисунок 2.3 – Передатчики «Нева Ц-0,01» и «Полярис ТВЦ-10»

Передатчик «Полярис ТВЦ-10» построен на основе технологии цифрового формирования COFDM сигнала с последующим широкополосным линейным усилением с использованием LDMOS UHF транзисторов.

Основные характеристики цифрового телевизионного передатчика DVB-T2 10Вт предприятия «Триада-ТВ» - «Полярис ТВЦ-10»:

- рабочий диапазон частот - 470 - 860 МГц;
- потребляемая мощность - 0,22кВт;
- выходная мощность - 10Вт;
- воздушное охлаждение;
- высота - 1U мм;
- ширина - 482мм, глубина - 350мм;
- масса - 6,3кг.
- Цифровой телевизионный передатчик DVB-T2 1-10Вт НПО «Кабельные сети» TV-50D.

Основные характеристики цифрового телевизионного передатчика:

- входной сигнал- мультиплексированный поток транспортный поток

MPEG-TS, 188 или 204 бит;

- выход контроля ВЧ - 30 dB, BNC female;
- полоса частот - 8 MHz или 6, 7 MHz(по заказу);
- гармоники и побочные излучения $\leq - 60$ dB;
- температура + 5...45 °С;
- габаритные размеры (2+4+1)U 19“;
- напряжения питания ~220 Vac, 50-60 Hz;
- потребляемая мощность: 300 VA max;
- охлаждение воздушное принудительное.

Таким образом, сопоставив технические характеристики передатчиков, выбор сделан в сторону передатчика предприятия «Триада» «Полярис ТВЦ- 10», так как он имеет минимальные габариты, а также полностью совместим с системой мониторинга сети ТВ-вещания поставляемой, настраиваемой и обслуживаемой специалистами предприятия «Триада», остальные показатели практически одинаковые и их отличия незначительны.

2.4 Выбор антенно-фидерных устройств

Антенна СТВ-0,9-1.1 АУМ

Антенна предназначена для приема сигналов с геостационарных спутников в Ku-диапазоне (10.7-12.75ГГц). Облучатель в комплекте не поставляется. Обеспечение заданных параметров рефлектора обеспечивается контролем геометрических параметров при изготовлении.

Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 2.1 - Технические характеристики СТВ-0,9-1.1 АУМ

Наименование	характеристики
Размеры рефлектора	900x1000
Материал рефлектора	сталь
Толщина материала, мм	0,8
Тип системы	offset
Фокусное расстояние, мм	450 (f/d=0.5)
Диапазон частот, ГГц	10.7...12.75
Ширина луча, град	2.0
Коэффициент усиления на частоте 11,3 ГГц, дБ	39.1
Угол места, град	10...70
Угол азимутальный, град	0...360
Масса антенны, кг	6

Антенна СТВ-2,4-11 АУМ

Антенна предназначена для приема сигналов с геостационарных спутников как в Ku-диапазоне (10.95-12.75ГГц), так и в C-диапазоне (3.6-4.2ГГц) в зависимости от применяемого облучателя. Облучатель в комплекте не поставляется. Обеспечение заданных параметров рефлектора обеспечивается контролем геометрических параметров при изготовлении. Антенна не предназначена для передачи сигналов на спутник и требует для этого специальной доработки в заводских условиях. Технические характеристики представлены в таблице 3.

Таблица 2.2 -Технические характеристики СТВ-2,4-11 АУМ

Наименование	характеристики
Размеры рефлектора	2400 x 2670мм
Тип зеркальной системы	Offset
Офсетный угол	26°
Фокусное расстояние	1380мм (f/d=0,575)
Диапазон частот	10,95÷12,75 ГГ
Ширина луча	0,7°
Коэффициент усиления	47,6 ДБ
Уровень боковых лепестков не более	25 ДБ
Тип подвески	Азимутально-угломестная
Диапазон установки угла места	8÷60°
Диапазон перемещения по азимуту	0÷360°
Масса антенны со стойкой	106 кг
Допустимая облучателем масса конвертера	1,150 кг

В данном проекте предполагается использование спутниковых антенн СТВ-0.9 и СТВ-2.4, поставляемых компанией SUPRAL за счет преимущественных показателей приведенных в таблице.

Антенна с круговой диаграммой (OMNI directional).

Антенна Aldena ATS.08.07.920 с круговой диаграммой направленности предназначена для работы в составе радиотелевизионных передающих станций (РТПС) малой и средней мощности. Обычно устанавливается в верхней части антенной опоры.

Антенна типа Omni – ПТВГ-6 ОАО «Прима Телеком». Широкополосная антенна ПТВГ-6 формирует круговую диаграмму направленности. Антенна выполнена из полуволновых вибраторов, поставляется в защитном чехле. Конструкция антенны имеет посадочный фланец для крепления к конструкции башни.

Антенна Aldena ATS.08.07.920 слева и ПТВГ-6

Электрические и технические характеристики антенн представлены в таблице 6.

Таблица 2.3 - Электрические характеристики антенн Omni directional

Электрические характеристики	ATS0807920	ПТВГ-6
Рабочий диапазон, МГц	470 - 862	470 -862
Коэффициент усиления (средний), dBd / dBi	5,0 / 7,7	6,2 – 8,7
КСВН	≤ 1,12	≤ 1,18
Поляризация	горизонтальная	горизонтальная
Максимальная мощность, Вт	1000	2000
Разъем	DIN 7/16 гнездо	7/16" DIN, 7/8" EIA, 35 x 15,2

Таблица 2.4 - Технические характеристики антенн Omni directional

Механические характеристики	ATS0807920	ПТВГ-6
Материал антенны	алюминий	алюминий
Материал защитного кожуха	пластик ABS	пластик ABS
Материал крепления	оцинкованная сталь	оцинкованная сталь
Вес нетто/брутто, кг	32,0 / 42,0	31,0
Размеры антенны, мм	360x1500	330x1600

Подводя итог необходимо отметить, что выбор сделан в сторону компании Aldena, так как она широко используется в настоящее время на маломощных РТПС и хорошо себя зарекомендовала на рынке.

Выбранные антенно-фидерные устройства соответствуют требованиям приказа Минсвязи РФ №153 от 23.11.2006г. «Об утверждении правил применения антенн и фидерных устройств» и техническим условиям завода- изготовителя.

Выбор антенн обусловлен их широкополосностью и высоким допустимым уровнем входной мощности, что позволит беспрепятственно организовать вещание 2-го и 3-го мультиплексов с использованием этих антенных систем.

2.5 Выбор спутникового модема

Технические характеристики iDirect 3000

Спутниковый маршрутизатор (модем) серии 3000 от компании iDirect специально разработан для различных коммуникационных потребностей небольшого регионального офиса в сети IP. Серия 3000 имеет все аппаратное и программное

обеспечение, необходимое для всех важных требований удаленного широкополосного доступа.

Оптимизированная для удаленного доступа в Интернет, серия iDirect 3000 является идеальным выбором небольшого или среднего корпоративного заказчика с базовыми потребностями удаленного доступа. Способная обеспечить скорости до 18 Мбит/с нисходящего и до 4,2 Мбит/с восходящего потоков, серия 3000 может поддерживать все удаленно работающие IP-приложения, включая VoIP (голос поверх IP) и базовые средства передачи видео. Удаленный спутниковый маршрутизатор (Remote Satellite Router) серии 3000 от компании iDirect является устройством «в одном корпусе», включающем спутниковый модем, IP-маршрутизатор, ускоритель TCP по спутниковому каналу и функции качества обслуживания (QoS)/приоритизации в простом для развертывания и надежном конструктиве.

Технические характеристики CDM-600L

Спутниковый модем CDM-600L является L-диапазонной версией широко известного модема CDM-600 и сохраняет все его возможности. CDM-600L полностью соответствует стандартам Intelsat IESS-308, 309, 310, 314 и 315 и обеспечивает скорости передачи данных от 2.4 кБит/с до 20 Мбит/с. Модем имеет следующие интерфейсы: G.703 (балансный и небалансный), RS422, V.35, RS232, LVDS.

В модеме CDM-600 в дополнение к традиционным методам прямого исправления ошибок предлагается современный метод – турбо кодирование (TPC). Этот метод дает значительное улучшение характеристик по сравнению с кодированием по Витерби + Рид Соломон. Разработано два кодека TPC: первый для скоростей до 5 Мбит/с и второй для скоростей до 20 Мбит/с, который обеспечивает со всеми модуляциями от BPSK до 16-QAM.

Кроме того в модеме имеется возможность организации служебного канала для управления и контроля оборудования на удаленном конце спутниковой линии (EDMAC), автоматической регулировки уровня передачи (AUPC) на ближнем и дальнем концах.

Управление модемом возможно как с передней панели, так и по портам удаленного управления RS-232 или RS-485.

CDM-600L обеспечивает опорную частоту 10 МГц и электропитание для МШБ и блок-ап конвертора, а также управление блок-ап конвертором с помощью сигналов FSK.

Основные возможности:

- L-диапазон 950 МГц – 1950 МГц;
- Кодирование: TPC, Viterbi, Sequential, Reed-Solomon и TCM;
- IBS, IDR;
- Скорость приема/передачи данных от 2.4 кБит/с до 20 Мбит/с;
- Режим автоматической регулировки уровня передачи на ближнем и дальнем концах;
- Виды модуляции BPSK, QPSK, OQPSK, 8PSK, 16-QAM.

Таблица 2.5 - Технические характеристики

Общие параметры	
Диапазон частот	950 МГц – 1950 МГц с разрешением 100 Гц
Импеданс входа/выхода	50 Ом Тх-порт и 50 Ом или 75 Ом Rx-порт
Разъемы L-диапазон	N-тип розетка Тх- и Rx-порт (50 Ом) или F-разъем розетка Rx-порт (75 Ом)
Интерфейс данных	EIA-422/530, V.35, EIA-232, G.703 (120 или 75 Ом), LVDS, HSSI
Скорость передачи данных	2.4 кбит/с до 20.0 Мбит/с
Скорость передачи данных при использовании турбо кодирования	4.8 кбит/с до 5Мбит/с (низкоскоростная опция) 4.8 кбит/с до 20Мбит/с (высокоскоростная опция)
Символьная скорость	4.8 кбит/с до 10.0 Мбит/с
Выходной уровень	Для BUC: 0 dBm + 3dB по центральному проводнику Тх; Для LNB: -3 dBm + 3dB по центральному проводнику Rx
Модулятор	
Выходной спектр	Соответствует маске IESS-308/309
Стабильность частоты	
- Стандарт	± 0.02 ppm (0 – 50°C)
- Опция	± 1.0 ppm (0 – 50°C)
Стабильность выходного уровня	±0.5 дБ
Выходная мощность	От 0 до –30 дБм с шагом 0.1 дБ
Управление BUC сигналами FSK	По центральной жиле соединительного коаксиального кабеля
Электропитание BUC	24В, 4А, 100Вт 48В, 3А, 180Вт (опционно)
Демодулятор	
Минимальный уровень входного сигнала	-130 дБм + 10 log (символьная скорость)
Диапазон поиска входного сигнала	Выбирается от ± 1кГц до ± 32кГц
Время поиска входного сигнала	Пример: 1 сек в среднем для сигнала 64 кбит/сек с модуляцией QPSK и кодовым отношением 1/2 при диапазоне поиска ± 32 кГц

2.6 Выбор типа фидера

Фидер, как термин, используемый в области радиотехники и связи, означает радиочастотный кабель (или волновод), армированный соединителями, предназначенный для передачи сигнала от передатчика к антенне. Термин пришел в международный обиход от английского слова «feed» - питание, подача и по сути фидер – это «питающий» антенну кабель.

Основное назначение фидера – передать сигнал от передатчика к антенне без искажений.

Правильно выбранный и установленный фидер может эксплуатироваться в течение 10-15 лет даже в самых жестких климатических условиях, но главное – решить задачу на всех этапах квалифицированно. Обычно для фидера выбирается крупногабаритный радиочастотный кабель полужесткой конструкции (со сварными внешними, а иногда и внутренними проводниками). Таким кабелем трудно подсоединиться к аппаратуре, поэтому используют небольшой длины (1-2 м) гибкие кабельные вставки – джамперы.

Волновое сопротивление фидера (обычно 50 Ом, иногда 75 Ом), выходное сопротивление передатчика и входное сопротивление антенны должны быть одинаковы. Это обеспечивает режим передачи сигнала с наименьшими искажениями.

Коэффициент затухания нормируется обычно на стандартных частотах при температуре окружающей среды 20°C и указывается в технических условиях или спецификациях на кабели конкретных марок. Фидерные кабели

– это кабели с малыми потерями. Малый коэффициент затухания обеспечивается прежде всего высокими электрическими свойствами материалов (медь и полиэтилен) и конструктивным исполнением кабеля – трубчатые проводники и вспененная или кордельная изоляция. В таких кабелях изоляция состоит на 85-90 % из воздуха.

В международной практике принято качество согласования тракта оценивать либо в величинах КСВн (коэффициент стоячей волны по напряжению), либо величиной обратных потерь, RL, дБ (отношение мощности отраженного (обратного) потока сигнала к мощности передаваемого сигнала).

Согласование фидера с передатчиком и антенной определяется разностью между волновым сопротивлением кабеля, выходным сопротивлением передатчика и входным сопротивлением антенны соответственно. При допуске на волновое сопротивление кабеля 50 ± 1 Ом (на отечественных кабелях ± 2 Ом), коэффициент отражения в местах подсоединения фидера к передатчику не превысит 0,04 и КСВн фидерного тракта при условии идеального кабеля и идеальной заделки его в соединители не превысит 1,08.

На практике наибольший вклад в КСВн фидерного тракта вносит собственно кабель. Он имеет длину, на которой “укладывается” много длин волн и на некоторых частотах происходит синфазное сложение отражений от небольших, но

повторяющихся с периодичностью кратной половине длины волны ($n \lambda / 2$) неоднородностей. В этом случае КСВн имеет вид резонансной кривой.

В отечественных кабелях величина КСВн в точках максимумов может превышать 1,4, вне резонансов КСВн обычно не более 1,15.

Типичный КСВн зарубежных соединителей не превышает 1,1 (канал N) - 1,15 (канал 7/16), аналогичных отечественных – 1,15-1,2. На частотах до 1 ГГц эти величины значительно ниже.

Для заданных частот подходит коаксиальный кабель марки Andrew AVA5-50 7/8", у которого волновое сопротивление $W_{\phi} = 50$ Ом, в качестве диэлектрика в кабеле используется вспененный полиэтилен. В качестве оболочки - галогенонесодержащий черный полиэтилен, имеющий защиту от ультрафиолетового излучения. Внешний диаметр внутреннего проводника $d = 9,398$ мм.

Выбор мачты

В данном проекте используем металлическую мачту, предназначенную для установки антенн телекоммуникационного и вещательного оборудования на высоте 4 м. Конструкция мачты представляет собой трубы одного диаметра, соединяющиеся с помощью втулок. Стык поясов секций осуществляется болтовым соединением через фланцы. Технические характеристики мачты приведены в таблице 8.

Таблица 2.6 - Технические характеристики мачты

Модель	МС-4-76
Материал	оцинкованная сталь
Защитное покрытие	полимерная окраска
Кол-во уровней оттяжек	1
Кол-во секций, шт.	2
Длина транспортная, м	2
Высота мачты, м	4
Макс. несущая способность, кг	45
Масса ствола, кг	15
Страна изготовитель	Россия

План размещения мачты приведен в приложении Б и В.

Таким образом, изучив теоретические основы данного вопроса, произвели подбор наиболее подходящего оборудования для проектирования сети вещания стандарта DVB-T2 в ЗАТО.

2.7 Разработка плана размещения оборудования для цифрового эфирного телевидения

План размещения приведен в приложении Г. При проектировании помещений узлов связи необходимо руководствоваться следующими документами:

ВСН 332-93. Инструкция по проектированию электроустановок предприятия и сооружений электросвязи, проводного вещания, радиовещания и телевидения;

ТОИ Р-45-001-94. Типовая инструкция по охране труда при проведении ремонтно-профилактических работ радиопередающего оборудования;

ВСН 45.122-77. Инструкция по проектированию искусственного освещения предприятий связи;

ВСН 116-93. Инструкция по проектированию линейно-кабельных сооружений связи;

ГОСТ 464-79. Заземление для стационарных установок проводной связи, радиорелейных станций, радиотрансляционных узлов и антенн систем коллективного приема телевидения. Нормы сопротивления;

СНиП 21-01-97. Противопожарная безопасность зданий и сооружений.

Требования к помещениям с оборудованием определяются паспортными требованиями аппаратуры к параметрам окружающей среды и нормативными документами.

Помещение находится на третьем этаже трехэтажного здания, имеет размеры 3х6 метра, центральное отопление, средняя температура в помещении 23⁰С. Высота здания 11 метров, высота передающей мачты, находящейся на крыше здания 4 метра. Все оборудование занимает одну стандартную стойку. Обеспечивается питанием от сети 220 В. Не нуждается в дополнительном охлаждении. Здание почты имеет автономный источник питания на случай отключения электроснабжения. Обслуживание данного аналогового оборудования производится двумя сотрудниками КРТПЦ – инженер и технический работник. Мониторинг работы цифрового оборудования будет осуществляться дистанционно из читинского телецентра дежурной сменой.

Состав проектируемого оборудования РТПС определен в соответствии со схемой организации вещания.

Все оборудование устанавливается в 19” стойку, которая размещается в помещении аппаратной.

Условия эксплуатации:

аппаратура должна быть рассчитана на работу в отапливаемых обслуживаемых и необслуживаемых стационарных помещениях с температурой от 5С до 40С, относительной влажности воздуха не выше 85% при 30С и атмосферном давлении не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

аппаратура предназначена для круглосуточной непрерывной эксплуатации без постоянного присутствия обслуживающего персонала и проведения

профилактических работ. Замена поврежденных блоков, не содержащих элементов эксплуатационной настройки, должна выполняться безрегулировки аппаратуры.

Состав проектируемого оборудования указан в таблице 8.

Таблица 2.7 - Состав проектируемого оборудования

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Приемник DVB-S/S2 Cisco D9854	шт.	1
2	Передатчик - Полярис ТВЦ-10	шт.	1
3	Передающая антенна - Aldena ATS.08.07.920	шт.	1
4	Мониторинговый приемник DVB- T/T2 CRM-1000T2MIRF	шт.	1
5	Модуль мониторинга СДК-5.3м	шт.	1
6	Спутниковый модем CDM-600L	шт.	1
7	Спутниковая антенна SUPRAL	шт.	2
8	Источник бесперебойного питания - Eaton 9130	шт.	1
9	Электросчетчик - «Инкотекс» Меркурий 203.2Т	шт.	1

Рекомендация ITU-R BT.656 определяет параметры последовательного интерфейса SDI (Serial Digital Interface) для передачи цифровых телевизионных сигналов. Структурная схема системы передачи в соответствии с этим интерфейсом представлена на рисунке 2.4.

10 разрядный цифровой сигнал параллельного интерфейса, преобразуется в последовательную форму. При этом тактовая частота возрастает в 10 раз и достигает 270 МГц. Затем цифровой сигнал для устранения повторяющихся значений нулей или единиц подвергается скремблированию, где информационные биты умножаются на псевдослучайную последовательность. После скремблера цифровой поток поступает на каналный кодер, где преобразуется в двухполярный код БВН с инверсией (БВН - Без Возврата к Нулю, по-английски - NRZ - Non Return to Zero).

В результате такой обработки исключаются длинные серии нулей и единиц и в выходном сигнале каждое изменение логического уровня соответствует логической «1» исходного сигнала. Это обеспечивает надежное восстановление тактовой частоты в приемном устройстве и независимость приема от полярности поступающего сигнала. Принятый сигнал декодируется из кода БВН с инверсией в обычный последовательный двоичный код, дескремблируется, после чего в нем обнаруживаются сигналы НАС и КАС. По ним синхронизируется преобразование из последовательной формы в параллельную.

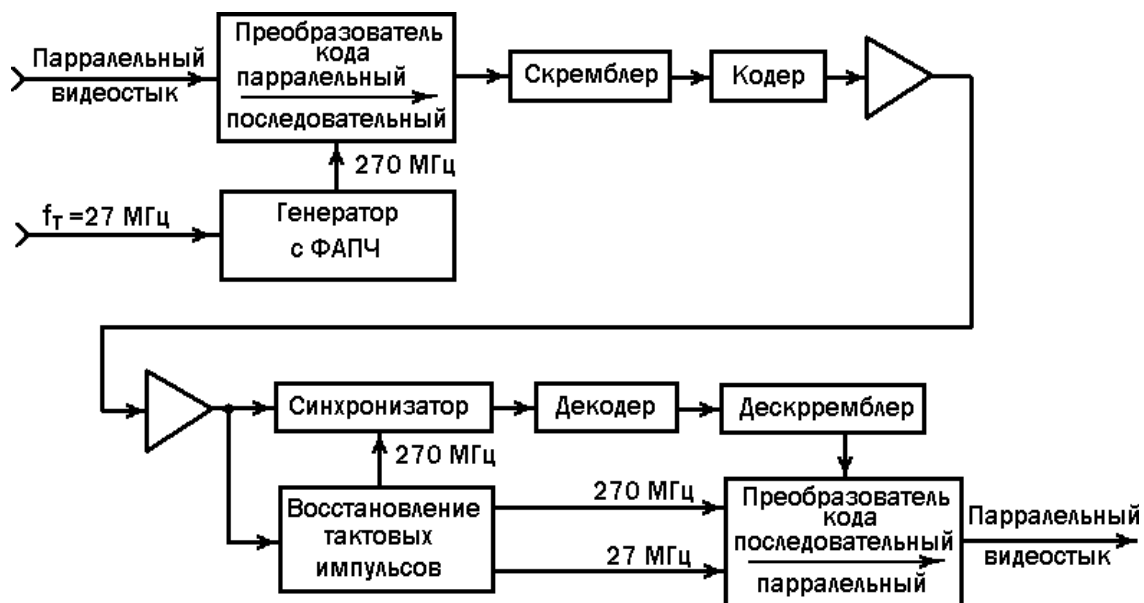


Рисунок 2.4 - Структурная схема последовательного видеостыка

Размах сигнала на выходе передатчика последовательного интерфейса порядка 0,8 В. Передача осуществляется по коаксиальному кабелю с волновым сопротивлением 75 Ом. Так как скорость передачи двоичных символов составляет 270 Мбит/с, ширина полосы частот кабельного канала связи должна быть не уже 135 МГц. Реальная полоса частот коаксиальных кабелей, как правило, существенно шире.

В соответствии с Рекомендацией ITU-R-ВТ 601 формирование цифрового телевизионного сигнала может осуществляться двумя способами. В первом случае производится оцифровка аналоговых компонент цветного ТВ сигнала, а во втором случае оцифровке подвергаются исходные сигналы цветности и формирование компонент происходит уже в цифровой форме. Рассмотрим оба варианта структурной схемы формирования цифровых ТВ сигналов, представленных на рисунке 2.5.

В устройстве, аналоговые сигналы основных цветов E_R , E_G , E_B с выходов источника ТВ сигнала (телекамеры) через блоки гамма-корректоров (ГК) поступают на кодирующую матрицу (КМ), где скорректированные сигналы E'_R , E'_G , E'_B по формулам (1.3) преобразуются в сигнал яркости E'_Y и цветоразностные сигналы E'_{R-Y} и E'_{B-Y} . Далее эти сигналы в АЦП преобразуются в цифровые сигналы Y , C_R и C_B , соответственно. Кроме того, на входах АЦП имеются дополнительные аналоговые узлы, выполняющие масштабирование и сдвиг сигналов по уровню в соответствии с соотношениями. Число разрядов каждого АЦП, как правило, равно 8.

Синхроимпульсы развертки источника телевизионных сигналов поступают на формирователь цифровых синхроимпульсов (ФЦСИ), вырабатывающий синхросигналы НАС и КАС. Кроме того, синхроимпульсы используются для синхронизации генератора тактовых импульсов (ГТИ), который вырабатывает

импульсы с частотами 27, 13,5 и 6,75 МГц, поступающие на другие узлы устройства. ГТИ содержит схему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), обеспечивающую точную подстройку частоты и фазы вырабатываемых частот по строчным синхроимпульсам. При этом обеспечивается требуемое количество периодов тактовых импульсов за период строчной развертки источника телевизионных сигналов.

Мультиплексор (MS) в заданной последовательности передает в единый цифровой поток сигналы Y , C_R и C_B и цифровые синхросигналы. В результате на выходе устройства формируется цифровой телевизионный сигнал (ЦТС).

В другом варианте устройства сигналы основных цветов E_R , E_G , E_B сразу преобразуются в цифровые сигналы R_d , G_d , B_d соответственно. В этом случае, для уменьшения искажений сигналов в гамма-корректоре, каждый АЦП должен иметь 10, а лучше 12 двоичных разрядов.

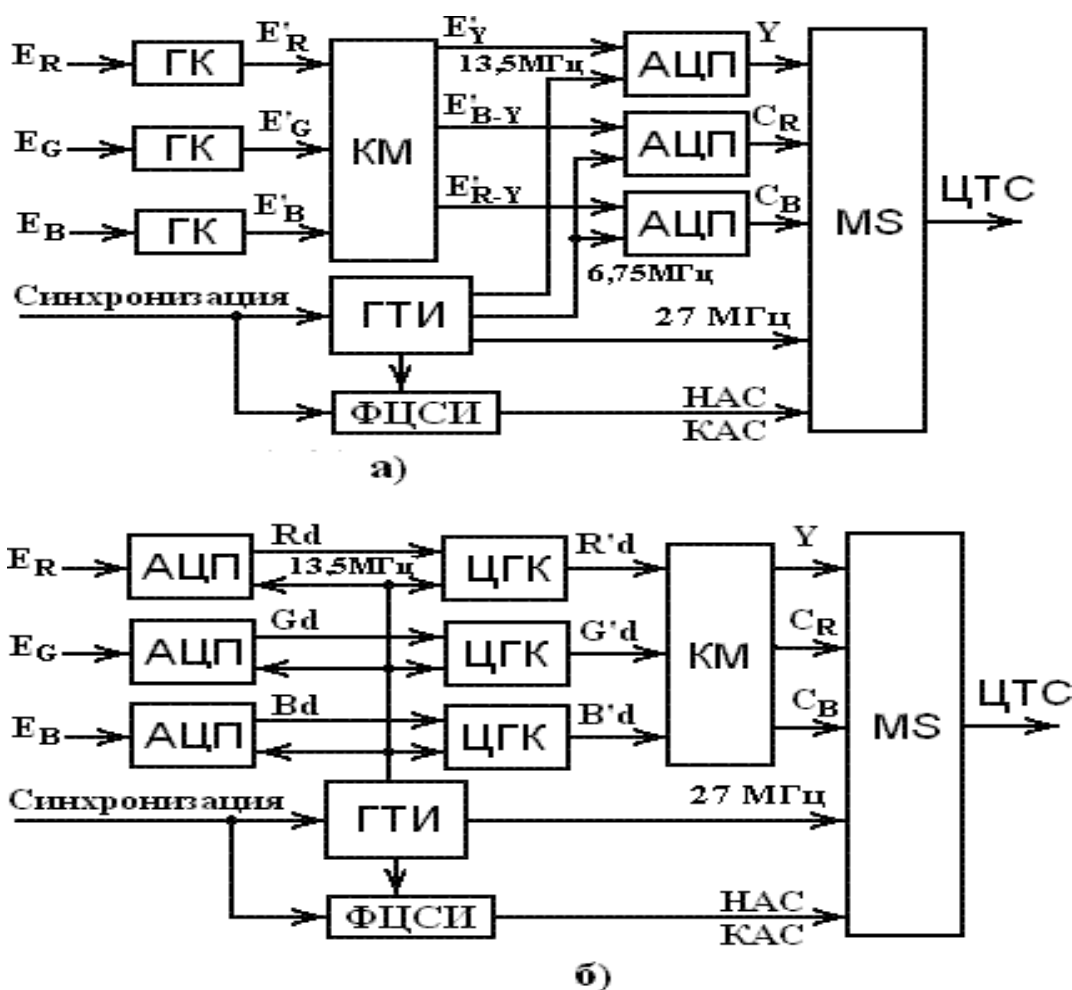


Рисунок 2.5 - Структурные схемы формирования цифровых ТВ сигналов где ГК - гамма-корректор; КМ – кодирующая матрица; ГТИ – генератор тактовых импульсов; MS - мультиплексор; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; ЦГК - цифровой гамма корректор; ФЦСИ – формирователь цифровых синхроимпульсов; НАС - начало активной строки КАС - конец активной строки; ЦТС - цифровой телевизионный сигнал

Далее цифровые сигналы R_d , G_d , B_d поступают на цифровые гамма-корректоры (ЦГК), где выполняются их нелинейные преобразования. При этом после гамма-коррекции число двоичных разрядов сигналов $R'd$, $G'd$, $B'd$ снижается до 8. Далее сигналы $R'd$, $G'd$, $B'd$ поступают в цифровую кодирующую матрицу (ЦКМ), где преобразуются в цифровой сигнал яркости Y и цифровые цветоразностные сигналы C_R и C_B .

В дальнейшем обработка информации происходит в канальном кодере OFDM (ортогонального частотного мультиплексирования). Сначала сигнал проходит узел рандомизации, где преобразуется в квазислучайный. Для этого цифровой сигнал складывается по модулю 2 с двоичной псевдослучайной последовательностью, вырабатываемой специальным генератором. Такая операция устраняет последовательности единичных или нулевых символов, а также выравнивает спектр сигнала.

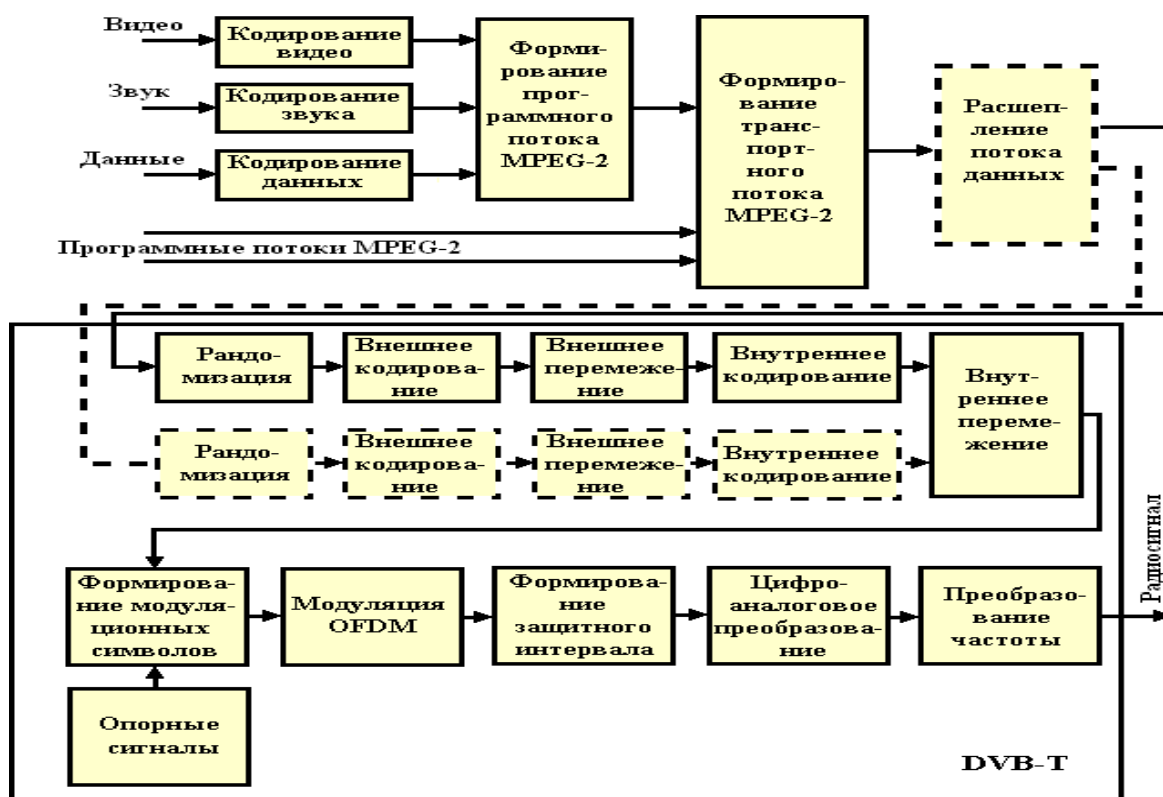


Рисунок 2.6 - Структурная схема передающей части системы DVB-T

Рандомизации предшествует операция адаптации цифрового потока, представляющего собой последовательность транспортных пакетов MPEG-2 (рисунок 2.7). Пакеты, имеющие общую длину 188 байтов объединяются в группы по восемь пакетов. Синхробайт первого пакета группы инвертируется, образуя число 10111000 (В8Н). Собственно рандомизация осуществляется посредством логической операции "исключающее ИЛИ" (XOR) цифрового потока данных и двоичной псевдослучайной последовательности PRBS (Pseudo Random Binary Sequence).

Как в DVB-S2 и DVB-T2, в новом кабельном стандарте внутри одного

физического канала предусмотрено выделение нескольких транспортных каналов. Они получили название PLP (Physical Layer Pipe- Физический Слой Трубы). Это логический канал, который может переносить обычный поток MPEG-2 TS или использоваться для передачи IP с применением протокола GSE (Generic Stream Encapsulation - Общий Поток Инкапсуляции). Каждый PLP пропускается через блок входной обработки, за которой следует модуль помехоустойчивого кодирования и далее — формирователь QAM-символов. Один или несколько PLP могут укладываться в так называемые слои данных Data Slices (аналогичные каналам). Для повышения устойчивости к пакетным ошибкам или воздействия узкополосных помех эти слои затем подвергаются перемежению по времени и частоте. После этого они поступают в формирователь кадра, собирающий воедино все слои и добавляющий пилот- сигналы, а также заголовок сигнализации первого уровня. На последнем этапе сформированный кадр поступает в генератор OFDM-потока.

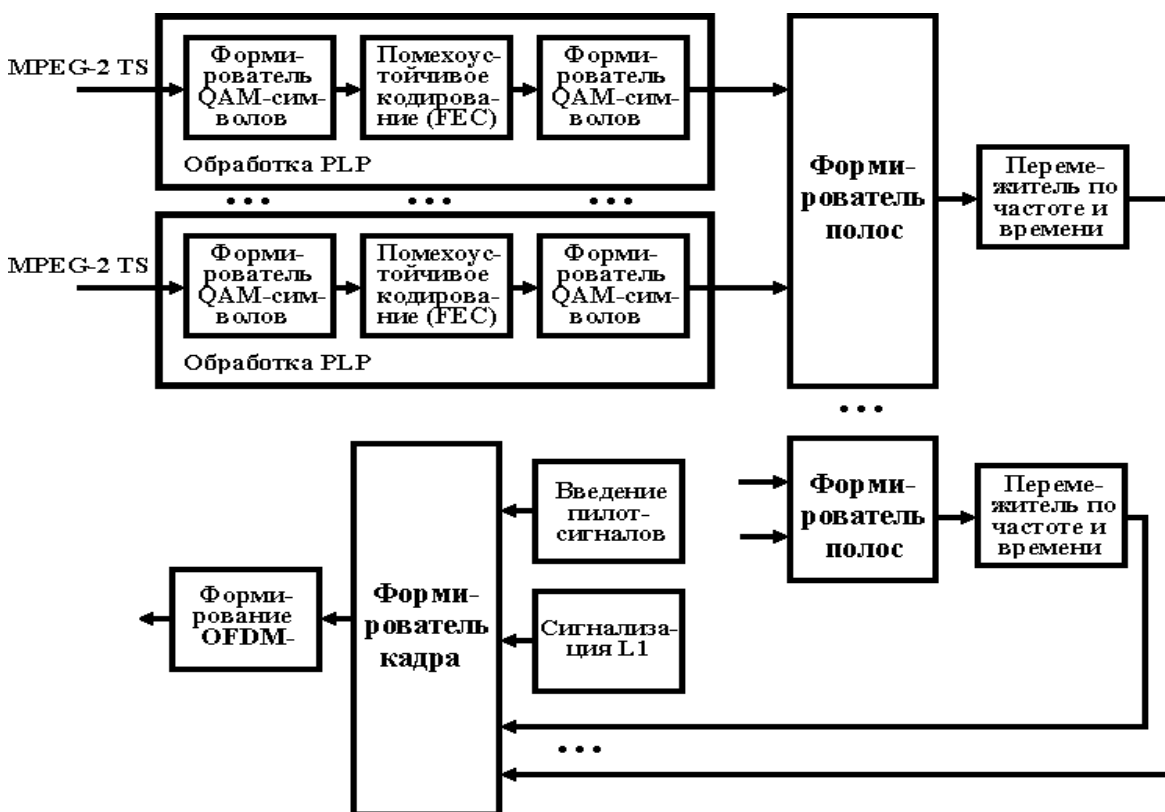


Рисунок 2.7 - Упрощенная структурная схема передатчика DVB-C

3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Теоретический расчет зоны покрытия

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. 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 малошумящий 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. 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:

а) погодные условия распространения радиоволны; б) поляризация волны;

- в) рабочая длина волны;
- г) удаленность от передающего телецентра; д) рельеф местности;
- е) высотность и плотность застройки;
- ж) высота подъема передающей и приемной антенны;
- и) потери в питающих фидерах передатчика и приемника; к) защитное отношение C/N;
- л) чувствительность приемника;
- м) вероятность ошибки символа при приеме (BER);
- н) режим модуляции и скорость канального кодирования.

Определение зоны покрытия ЦТВ передатчиков DVB-T2

мощностями

3,7 кВт, исходные данные:

- а) высота установки передающей антенны, H: 188 м; б) высота установки приемной антенны, h2: 10 м;
- в) мощность передатчиков, P: 3,7 кВт = 5 дБкВт;
- г) коэффициент усиления передающей антенны, : 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:

$$5 = -\alpha_n \cdot l \quad (3.1)$$

где α_n – затухание в фидере
 L – длина фидера $\eta=206 \cdot (-0,007)=-1,44$ дБ

Далее находим эффективную излучаемую мощность передатчика:

$$P_{ЭИМ}=P_{пер}+G_{\alpha}+\eta \quad (3.2)$$

где $P_{пер}$ - мощность передатчика;
 G_{α} - коэффициент усиления передающей антенны;
 η - коэффициент полезного действия фидера.

$$P_{ЭИМ}=5+11-1,44=14,56 \text{ дБ/кВт}$$

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

$$E=106,5+ P_{пер}+G_{\alpha}-20\lg R$$

где $P_{\text{пер}}$ – мощность передатчика;
 G_{α} - коэффициент усиления передающей антенны;
 R - расстояние между передающим и приемным пунктами, км.

Расчет зоны покрытия РТС 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:

$$E(50,50)=E-P_{\text{ЭИМ}} \quad (3.3)$$

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

По кривым распространения, которые приведены в приложениях МСЭ-Р1546-2. 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:

$$R_{\text{KM}} = 4,12 \cdot (\sqrt{H_M} + \sqrt{h_m}) \quad (3.4)$$

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):

$$U_{\text{вх. min}} = P_{\text{вх. min}} + 138,8$$

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

$$P_{\text{вх. min}} = P_{\text{ш}} + C/N \quad (3.5)$$

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

C/N – сигнал на шум.

$$P_{\text{ш}} = F - 135,1$$

где F - коэффициент шума приемника. При C/N=2

$$P_{\text{ш}} = 7 - 135,1 = -128,1 \text{ дБВт} \quad P_{\text{вх.мин}} = -128,1 + 2 = -126,1 \text{ дБВт} \quad U_{\text{вх.мин}} = -126,1 + 138,8 = 12,7 \text{ дБВт}$$

При C/N=26

$$P_{\text{ш}} = 7 - 135,1 = -128,1 \text{ дБВт} \quad P_{\text{вх.мин}} = -128,1 + 26 = -102,1 \text{ дБВт} \quad U_{\text{вх.мин}} = -102,1 + 138,8 = 36,7 \text{ дБВт}$$

Рассчитываем минимальную напряженность поля:

$$E_{\text{min}} = F + C/N - G_a + \alpha_c - 30 + 20 \lg(f) \quad (3.6)$$

где G_a - коэффициент усиления приемника;
F - коэффициент шума приемника;
C/N - сигнал на шум.

Для C/N = 2 при f = 690 МГц:

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

При f = 706 МГц

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

Для C/N = 26 при f = 690 МГц:

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

При f = 706 МГц:

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

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

$$E(70,50) = C + C/N - G_a - 54,6 + 20 \lg(f) + 10 \lg(T_A + T_C) \quad (3.7)$$

где C - корректирующий коэффициент размещения, для вероятности

70

% C = 2,9 дБ;

G_a - коэффициент усиления приемника;

T_A - шумовая температура антенны;

ТС - шумовая температура приемного тракта. Для 48 канала:

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

Для 50 канала:

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

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

Для 48 канала:

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

Для 50 канала:

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

$$E_{\text{мед}} = E_{\text{min}} + C + P_n \quad (3.8)$$

где $C = 9$ дБ для вероятности 95 %;

P_n – шумовой параметр, учитывающий индустриальные 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:

$E_{\text{мед}} C/T=2=30,97+9+0=39,97$ дБмкВ/м. $E_{\text{мед}} C/T=26=54,97+9+0=63,97$ дБмкВ/м.

Для 48 канала

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

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

Для 50 канала:

$E(95,50)_{C/N=2}=9+2-10-54,6+20\lg(706)+10\lg(4350+337)=40,07$ дБмкВ/м.

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

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:

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.

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

где $F_{0\text{из}}=690$ МГц.

Коэффициент усиления $D = 10,8$ дБ.

Определим длину волны электромагнитного излучения по формуле:

$$\lambda = \frac{c}{f_0} \quad (3.10)$$

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

Определим расстояние прямой видимости по формуле:

$$r_0 = 3,57 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}) \quad (3.11)$$

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 $E_{\min} = 2985,38 \text{ мкВ/м}$.

Теперь определим мощность передатчикам по формуле:

$$P = \frac{1}{6} \left(\frac{2,985 \cdot 7,8^2 \cdot 0,5}{2,18 \cdot 1 \cdot 22} \right)^2 = 5,43 \text{ кВт}$$

Определение скорости системы DVB-T2

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

$$R_{SU} = R_s \cdot b \cdot CR_1 \cdot CR_s \cdot (T \geq) \quad (3.12)$$

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_1 - скорость сверточного кода. В нашем случае $CR_1 = 1/2$. CR_s - скорость внешнего кода Рида Соломона. Т.к. стандартный пакет данных равен 188 байт и к нему добавляется 16 поперечных байтов.

Подставляя все данные в формулу, определим скорость системы:

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

3.2 Расчет фидера

Фидер, как термин, используемый в области радиотехники и связи, означает радиочастотный кабель (или волновод), армированный соединителями, предназначенный для передачи сигнала от передатчика к антенне. Основное назначение фидера - передать сигнал от передатчика к антенне без искажений.

При выборе фидера для систем радиосвязи, радиовещания, телевидения

необходимо руководствоваться и учитывать следующие основные факторы:

- волновое сопротивление;
- коэффициент затухания кабеля на рабочей частоте передатчика;
- допустимая средняя мощность в кабеле на частоте передатчика;
- вмещаемая мощность.

Волновое сопротивление фидера зависит от расстояния между проводами и вида диэлектрика, находящегося между ними, а также диаметра проводов. Волновое сопротивление является чисто активным и не зависит от частоты и длины фидера. Волновое сопротивление (обычно 50 Ом, иногда 75 Ом), выходное сопротивление передатчика и входное сопротивление антенны должны быть одинаковы. Это обеспечивает режим передачи сигнала с наименьшими искажениями.

Потеря мощности сигнала в фидере определяется коэффициентом затухания кабеля на частоте канала умноженном на его длину:

$$\alpha = \alpha_k \cdot l \quad (3.13)$$

где α_k - коэффициент затухания кабеля на частоте передатчика (удельноезатухание), дБ/м;

l - длина фидера, 206 м.

Коэффициент затухания нормируется обычно на стандартных частотах при температуре окружающей среды 20 Со и указывается в технических условиях или спецификациях на кабели конкретных марок. Фидерные кабели- это кабели с малыми потерями. Малый коэффициент затухания обеспечивается прежде всего высокими электрическими свойствами материалов (медь и полиэтилен) и конструктивным исполнением кабеля- трубчатые проводники и вспененная или кордельная изоляция.

Коэффициент затухания фидера на частоте канала:

$$\alpha_k = \alpha_c \cdot \sqrt{f_k / f_n}$$

где α_c - коэффициент затухания фидера на частоте передатчика, 0,00695 дБ/м;

f_k - частота канала, МГц;

f_n - средняя частота передатчика, 600 МГц.

Для 48 канала, $f_k=690$ МГц:

$$\alpha_k = 0,00695 \cdot \sqrt{690/600} = 0,0074 \text{ дБ/м}$$

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

Для 50 канала $f_k=706$ МГц:

$$\alpha_k = 0,00695 \cdot \sqrt{706/600} = 0,0075 \text{ дБ/м}$$

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

По результатам расчета потери мощности сигнала в фидере составляют 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.

3.4 Практический расчет зоны покрытия

Далее произведем расчет зоны покрытия в программе Radio Mobile. Для этого воспользуемся ранее полученными расчетными значениями: медианная напряженность поля для 99 % времени и места $E_{min} = 55,2$ дБмкВ/м, выходная мощность передатчика $P_{вых} = 1$ кВт, коэффициент усиления антенны $G_A = 10$ дБд. Программа использует топографические данные на основе SRTM. Shuttle radar topographic mission (SRTM) – радарная топографическая съемка большей части территории земного шара, за исключением самых северных (>60), самых южных широт (>54), а также океанов, произведенная за 11 дней в феврале 2000г с помощью специальной радарной системы.

На первом этапе расчета зоны покрытия в программе Radio Mobile нужно ввести характеристики местности, на которой строится сеть. Данные характеристики вводятся в вкладке «Свойства», рисунок 3.1.

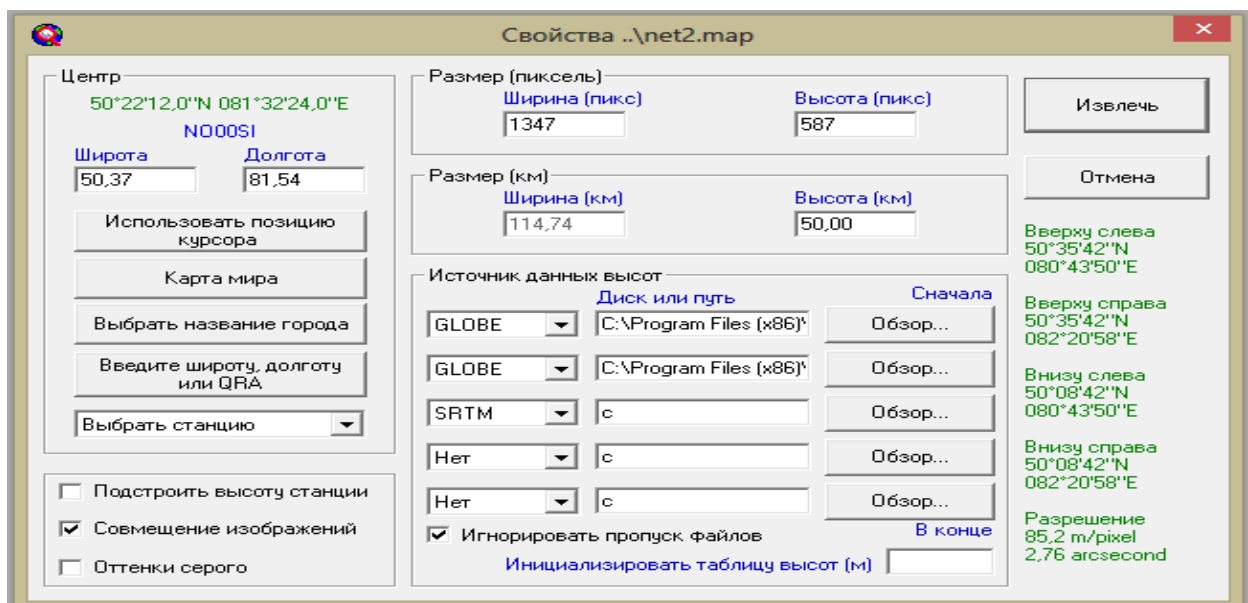


Рисунок 3.1 – Скрин программы Radio Mobile. Свойства местности.

После введения характеристик местности необходимо добавить населенный пункт в вкладку My sites. Рисунок 3.2.

My sites(1)

Shemonaikha

Latitude	50.63378431
Longitude	81.92504883
Zoom	7
Elevation (m)	307.70
Description	
Group	

Latitude	50° 38' 01.62"N
Longitude	081° 55' 30.18"E
QRA	NO00XP
UTM (WGS84)	44U E565419 N5609510

[See on GoogleMap](#)

Modify

Define as Home in my settings

Delete this site

Delete all sites

Export to CSV

Import from CSV

Рисунок 3.2 – Вкладка My sites. Добавление местности.

New Coverage

Centre Site	Shemonaikha
Antenna Height (m above ground)	10
Antenna Type	Omni
Antenna Azimuth (°)	26
Antenna Tilt (°)	0
Antenna Gain (dBi)	39.1

Mobile Antenna Height (m)	2
Mobile Antenna Gain (dBi)	3

Description	зона покрытия
Frequency (MHz)	690
Tx power (Watts)	220
Tx line loss (dB)	25
Rx line loss (dB)	30
Rx threshold (µV)	0.5
Required reliability (%)	90

Strong Signal Margin (dB)	10
Strong Signal Color	00FF00
Weak Signal Color	FFFF00
Opacity (%)	50
Maximum range (km)	100
Rendering	High resolution
Use land cover	<input checked="" type="checkbox"/>
Use two rays	<input checked="" type="checkbox"/>

Submit

Рисунок 3.3 – Скрин программы. Ввод характеристик приемно-

передающих устройств

Далее необходимо ввести характеристики приемно-передающего оборудования. Данные характеристики вводятся на основе главы 2 «Выбор оборудования» данной дипломной работы. Скрин программы можно посмотреть на рисунке 8.

Последним этапом построения сети является выбор характеристик для зоны охвата. А именно: направление канала, характеристики графика, цветовая гамма, порог, диаграмма направленности антенны, радиус охвата территории, сектор.

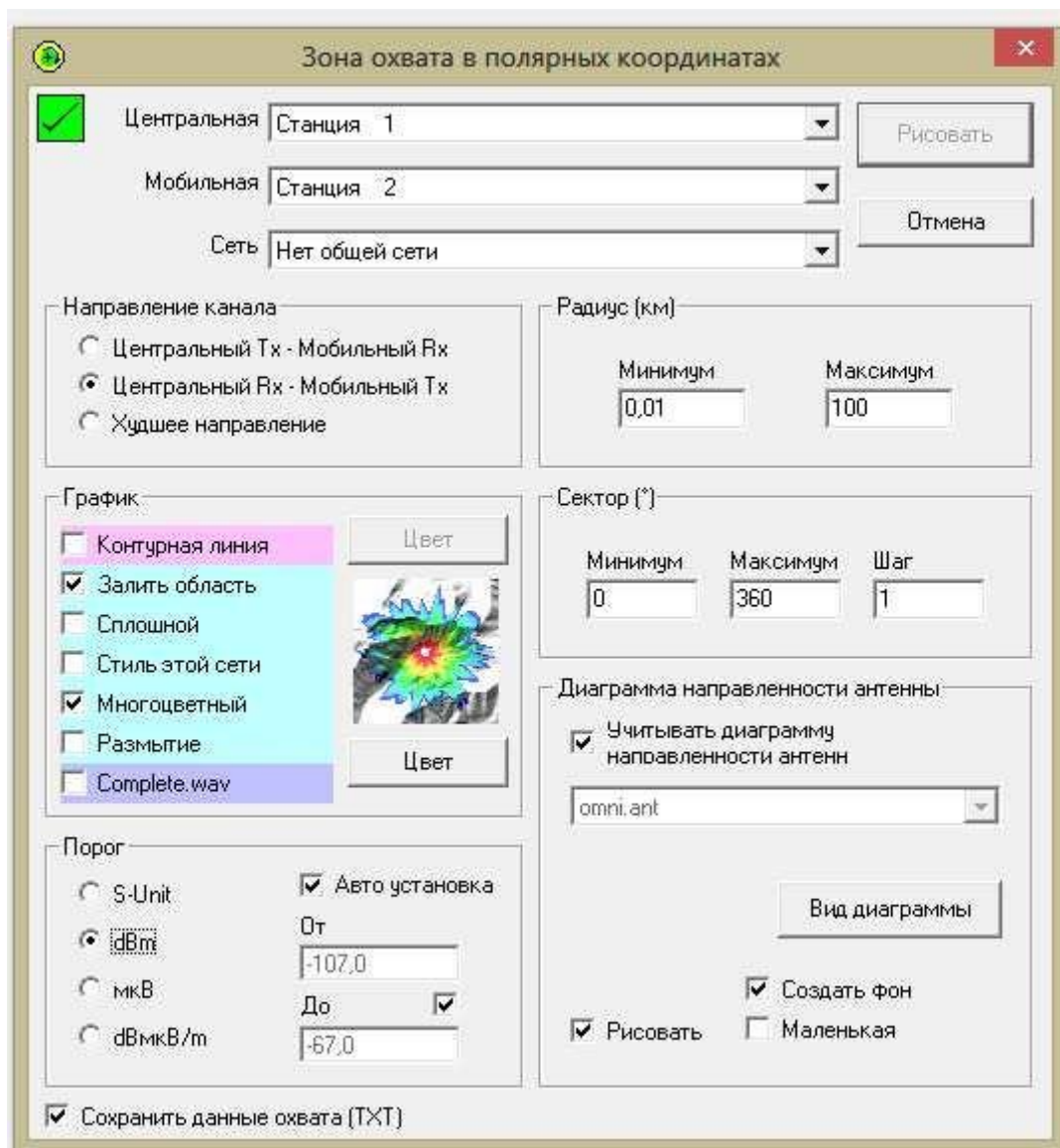


Рисунок 3.4 – Заполнение поля зоны охвата в полярных координатах

После заполнения всех полей окон необходимо нажать кнопку Submit, после чего программа начинает определять зону покрытия. Через несколько минут появляется окно с рассчитанной зоной покрытия вещания в самом городе и близлежащих селах и поселках. Рисунок 10 показывает результат,

который вывела на экран программа при заданных характеристиках и карте местности с имеющимся на ней рельефом. Можно заметить, что справа от города сигнал немного слабее, так как в той местности начинаются холмы и горы, что представляет собой помехи для передачи сигнала.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломной работе была построена предполагаемая сеть цифрового эфирного телевидения в Алматинской области.

В начале работы были определены цели и задачи, решаемые в ходе выполнения плана, разработанного вместе с дипломным руководителем, такие как:

- Изучение теоретических основ и особенностей организации сети цифрового эфирного телевидения в стандарте DVB-T2;
- Проектирование сети цифрового эфирного телевидения;
- Теоретический расчет зоны покрытия сети;
- Практический расчет зоны покрытия и зоны уверенного приема сигнала с помощью программы Radio Mobile.

В первой главе дипломной работы были рассмотрены системы телевидения, анализ развития, стандарты вещания, особенности организации цифрового эфирного вещания в стандарте DVB-T2 и преимущества перехода на цифровое телевидение. Были определены мертвые зоны, то есть те районы, где до сих пор телевидение не переведено в цифровой эфирный формат.

Вторая глава дипломной работы основана на анализе, сравнении и выборе оборудования для построения сети. Проводился сравнительный анализ передатчиков и приемников нескольких фирм и был сделан выбор в пользу спутникового приемника Cisco IRD серии D9854, так как он потребляет в два раза меньше электроэнергии и имеет меньшую стоимость и передатчика предприятия «Триада» «Полярис ТВЦ-10», так как он имеет минимальные габариты. Выбор оборудования показал, что строительство сети возможно и при недорогом оборудовании.

В третьей главе данной дипломной работы были произведены практические расчеты зоны покрытия, а также расчет фидера.

Теоретический расчет зоны покрытия проводился на основе Рекомендации МСЭ- R P.1546-2 Метод прогнозирования для трасс «точка-зона» для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц. В данных рекомендациях были составлены руководство по подробной оценке микроволновых помех, возникающих между станциями на поверхности Земли, руководство по прогнозированию потерь на трассе "точка-точка" для загоризонтных радиорелейных систем, руководство по прогнозированию для наружных служб ближней радиосвязи. Произведя расчеты по данным Рекомендациям, был рассчитан радиус зоны покрытия 60 км от передатчика. Результаты расчетов были следующими:

$$E_{\text{мед}}=63,97 \text{ дБмкВ/м. } P_{\text{вх, min}}=-102,1 \text{ дБВт } U_{\text{вх, min}}=36,7 \text{ дБВт}$$

Практический расчет зоны покрытия передатчика был произведен в программе Radio Mobile. Данная программа позволяет наглядно увидеть на местности зону покрытия, учитывая рельеф местности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи, М., 2006 г.
- 2 Смирнов А.В. Цифровое телевидение. От теории к практике, М., 2005.
- 3 Зубарев Ю.Б. Цифровой телевизионное вещание. Основы, методы, системы, М, 2001;
- 4 Самойлов В.Ф. Качественные показатели телевизионного изображения, М. 1980.
- 5 Цуккерман И.И. Проблемы современного телевидения, М., 1980.
- 6 <http://sattvinfo.net/>
- 7 Карякин В.Л. Цифровое телевидение, М., 2013.
- 8 Серов А.В. Эфирное цифровое телевидение DVB-T/H, М., 2012.
- 9 <http://profit.kz/>
- 10 Цифровая обработка сигналов, 2006;
- 11 Смоллов В.Б. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые нелинейные вычислительные устройства, М., 1974
- 12 <http://kaztelradio.kz/>
- 13 Смирнов А.В. Основы цифрового телевидения. М., 2001.
- 14 Воробьев М.С. Основы цифрового телевизионного вещания. М., 2002.
- 15 Гаврилов И.А., Рахимов Т.Г. и т.д Цифровое телевидение. 2016 г.

Отзыв руководителя

Дипломной работы

Шакир Ахмардин Шухратұлы

5B071900- Радиотехника, электроника және телекоммуникация

Тема Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области

В данной дипломной работе была построена предполагаемая сеть цифрового эфирного телевидения в Алматинской области.

В начале работы были определены цели и задачи, решаемые в ходе выполнения плана, разработанного вместе с дипломным руководителем, такие как:

- Изучение теоретических основ и особенностей организации сети цифрового эфирного телевидения в стандарте DVB-T2;
- Проектирование сети цифрового эфирного телевидения в Алматинской области;
- Теоретический расчет зоны покрытия сети;

Решены вопросы в выборе оборудования для внедрения технологии.

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

Дипломная работа выполнена на оценку 95/А/«отлично», а дипломант, Шакир Ахмардин Шухратұлы достоин степени бакалавра по специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Научный руководитель

Лектор каф.ЭТиКТ



Н.А.Джунусов

«27» 05 2022 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу

Шакир Акмардин Шухратұлы

5B071900- Радиотехника, электроника и телекоммуникации

Тема Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области

В данной дипломной работе разработан проект телевизионного цифрового эфирного вещания в стандарте DVB-T2 в Алматинской области.

В работе осуществлен анализ ситуации на сегодняшний день, произведены теоретические и практические расчеты зоны покрытия и зоны уверенного приема сигнала, проведен выбор оборудования для проектируемой сети.

В расчетном разделе были рассчитаны следующие параметры: теоретический и практический расчеты зоны покрытия, а также расчет фидера. Теоретический расчет зоны покрытия проводился на основе Рекомендации МСЭ- R P.1546-2 Метод прогнозирования для трасс «точка-зона» для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц.

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

Дипломная работа выполнена на оценку 95/А/«отлично», а дипломант, Шакир Акмардин Шухратұлы достоин степени бакалавра специальности 5B071900-Радиотехника, электроника и телекоммуникации.

Рецензент

Старший преподаватель КазНУ им.Аль-Фараби,

Канд.техн.наук

 М.А.Абдуллаев

«20» 05 2022 ж.


ОК
КАЗНУ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ
РЕЦЕНЗИЯ

КазНУ 704-21 У. Рецензия



Забериго неғіш
М.А. Абдуллаев

Бурдешев А.П.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шакир Акмардин Шухратұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области

Научный руководитель: Нуридин Джунусов

Коэффициент Подобия 1: 9.4

Коэффициент Подобия 2: 4.1

Микропробелы: 162

Знаки из здругих алфавитов: 87

Интервалы: 296

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

Обоснование:

2022-05-27

Дата




Сұңғат Марксұлы

проверяющий эксперт

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

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

Автор: Шакир Акмардин Шухратұлы

Тақырыбы: Исследование внедрения стандарта DVB-T2 в Алматинской области

Жетекшісі: Нуридин Джунусов

1-ұқсастық коэффициенті (30): 9.4

2-ұқсастық коэффициенті (5): 4.1

Дәйексөз (35): 0.5

Әріптерді ауыстыру: 87

Аралықтар: 296

Шағын кеңістіктер: 162

Ақ белгілер: 0

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

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

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

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

Негіздеме:

2022-05-27

Күні

Кафедра меңгерушісі

