

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
( Н И У « Б е л Г У » )

**ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**Кафедра информационно-телекоммуникационных  
систем и технологий**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ЦИФРОВОГО ЭФИРНОГО ВЕЩАНИЯ  
ВТОРОГО ПРОГРАММНОГО МУЛЬТИПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ  
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Выпускная квалификационная работа**

обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные  
технологии и системы связи

заочной формы обучения, группы 07001364

Евдокимова Алексея Викторовича

Научный руководитель  
канд. техн. наук, доцент кафедры  
Информационно-  
телекоммуникационных  
систем и технологий  
НИУ «БелГУ» Сидоренко И.А.

Рецензент  
Заместитель главного инженера  
филиала РТРС  
«Белгородский ОРТПЦ»  
Завражин Д.М.

**БЕЛГОРОД 2017**

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ ВЕЩАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ	5
1.1 Анализ местности и обзор существующей сети вещания	5
1.2 Состав и основные характеристики сети цифрового вещания	10
1.3 Параметры эфирного сигнала и частотный план сети второго мультиплекса	12
2. СЕТЬ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕЩАНИЯ ВТОРОГО МУЛЬТИПЛЕКСА	15
2.1 Состав сети и основные характеристики цифровых станций	15
2.2 Типовые решения по сложению сигналов первого и второго мультиплексов	21
2.3 Назначение, состав и характеристики распределительной сети	25
3. РАСЧЕТ ОХВАТА НАСЕЛЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ВЕЩАНИЕМ ВТОРОГО МУЛЬТИПЛЕКСА	37
3.1 Методика расчёта зон обслуживания	37
3.2 Расчёт зоны охвата вещанием на примере одночастотной зоны вещания «STARYI_OSKOL»	43
4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЯТЫХ РЕШЕНИЙ	54
5. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63

					<b>11070006.11.03.02.752.ПЗВКР</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Евдокимов А.В.</i>			Проектирование сети цифрового эфирного вещания второго программного мультиплекса на территории Белгородской области	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Сидоренко И.А.</i>					2	64
Рецензент		<i>Завражин Д.М.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001364</i>		
Н. контр.		<i>Сидоренко И.А.</i>						
Утв.		<i>Жиликов Е.Г.</i>						

## ВВЕДЕНИЕ

В Программе социально-экономического развития Российской Федерации на среднесрочную перспективу (2006 – 2008 годы), утвержденной Правительством Российской Федерации, была определена задача модернизации сети телевидения Российской Федерации, которая включает переход на цифровое вещание и расширение вещания на страны ближнего и дальнего зарубежья. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2007 года № 1700-р принята Концепция развития телерадиовещания в Российской Федерации на 2008 – 2015 годы. Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 августа 2015 года № 911 Федеральная целевая программа «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2018 годы» продлена с 2015 года на три года.

В настоящее время на территории России Федеральная целевая программа «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2018 годы», одним из положений которой является преодоление информационного неравенства в России и обеспечение более 98% населения эфирным цифровым телевизионным вещанием общедоступными программами, реализована не полностью. Если строительство сети вещания пакета программ цифрового телевидения «РТРС-1» (первый программный мультиплекс) завершено в большинстве регионов нашей страны, то строительство сети вещания пакета программ цифрового телевидения «РТРС-2» (второй программный мультиплекс) для малых населённых пунктов и городов, население которых составляет менее 200 000 человек, еще не планируется осуществлять в ближайшее время. Соответственно, для завершения Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2018 годы» необходимо проектирование и строительство объектов вещания пакета программ цифрового телевидения «РТРС-2» таким

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

образом, чтобы охват населения России двумя программными мультиплексами составлял не менее 95%.

Таким образом, проектирование сети вещания второго мультиплекса цифрового эфирного телевидения на территории Белгородской области является актуальными.

Целью выпускной квалификационной работы является обоснование рациональных технических решений для организации вещания пакета программ «РТРС-2» в Белгородской области.

Для реализации данной выпускной квалификационной работы необходимо рассмотреть и выполнить следующие задачи:

- Изучение назначения и состава сети цифрового наземного вещания второго программного мультиплекса;
- Расчет зон обслуживания передатчиками;
- Обзор сети существующих цифровых радиотелевизионных станций филиала РТРС «Белгородский ОРТПЦ» для организации вещания второго мультиплекса;
- Анализ типовых решений и разработка проекта организации цифрового телерадиовещания с учётом действующего оборудования вещания первого мультиплекса;
- Подведение итогов выполнения работы.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



# 1 АНАЛИЗ МЕСТНОСТИ И ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СЕТИ ВЕЩАНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

## 1.1 Анализ местности и обзор существующей сети вещания.

Белгородская область – субъект Российской Федерации, расположен в юго-западной части России в 500 – 700 км к югу от г. Москвы, на границе с Украиной. Крупнейшие города: Белгород – 387 090 чел., Старый Оскол – 222 125 чел., Губкин – 87 083 чел.

Белгородская область входит в состав Центрально-Чернозёмного экономического района и Центрального федерального округа Российской Федерации. На юге и западе она граничит с Луганской, Харьковской и Сумской областями Украины, на севере и северо-западе – с Курской областью, на востоке – с Воронежской областью. Общая протяжённость её границ составляет около 1150 км, из них с Украиной – 540 км. Протяжённость с севера на юг — около 190 км, с запада на восток – около 270 км.

Площадь области – 27 134 км<sup>2</sup>, из них 0,07% – водная поверхность.

Численность населения области по данным Росстата составляет 1 550 137 чел. (2016 г.). Плотность населения — 57,13 чел./км<sup>2</sup> (2016 г.). Городское население – 67,07 % (2016 г.).

Высота местности над уровнем моря в среднем составляет от 100 до 250 м.

Климат Белгородской области умеренно-континентальный, с довольно мягкой зимой со снегопадами и оттепелями и продолжительным летом.

- Среднегодовая температура воздуха: + 6,1 °С
- Среднегодовая влажность воздуха: 76 %
- Среднегодовая скорость ветра: 5-7 м/с

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Федеральное государственное унитарное предприятие «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» (РТРС) – естественная монополия в области связи, осуществляющая эфирную наземную трансляцию общероссийских обязательных общедоступных теле- и радиоканалов на всей территории Российской Федерации.

РТРС – единственный исполнитель мероприятий по развитию сети цифрового эфирного телерадиовещания в рамках Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы».

РТРС создана согласно Указу Президента Российской Федерации от 13.08.2001 №1031.

РТРС – стратегическое предприятие в целях обеспечения обороноспособности и безопасности государства.

РТРС совместно с ВГТРК, Первым каналом, Телецентром «Останкино» и ГПКС составляет основу государственной системы телерадиовещания.

РТРС входит в международный консорциум Digital Video Broadcasting Project. DVB Project – это объединение отрасли связи, в котором состоят организации более чем из 35 стран мира.

Структура РТРС включает 77 региональных филиалов: республиканских, краевых и областных радиотелепередающих центров (РТПЦ).

Услугами телерадиопередающих центров (РТПЦ) в России пользуются около 900 телевизионных вещательных компаний (20% – государственных, 80% – негосударственных) и более 500 радиовещательных станций (27% – государственных и 73% – коммерческих), в том числе все общероссийские обязательные общедоступные телеканалы и радиоканалы.

Белгородский областной радиотелевизионный передающий центр – это филиал ФГУП «РТРС», осуществляющий трансляцию в эфир общероссийских обязательных общедоступных и коммерческих телевизионных и радиоканалов на территории Белгородской области.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

В рамках Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы» в 2011 году филиал приступил к реализации мероприятий по развертыванию сети цифрового эфирного телерадиовещания в Белгородской области.

В соответствии с системным проектом «Сеть цифрового наземного вещания на территории Белгородской области» под развитие цифрового телерадиовещания (ЦЭТВ) было отведено 32 объекта наземного вещания: из них 13 существующих и 19 объектов нового строительства. Развертывание сети первого мультиплекса (пакет программ «РТРС-1») и объектов нового вещания было поделено на 6 этапов.

К 2012 году были возведены: Радиотелевизионные станции (РТС) в населённых пунктах Ломово, Бирюч, Стара Безгинка, Зимовное, Короча, Новый Оскол и Шебекино. К началу 2013 года 24% населения области получили доступ к пакету цифровых программ «РТРС-1», в состав которого вошли телеканалы «Первый канал», «Россия 1», «Матч ТВ», «НТВ», «Петербург-5 канал», «Россия К», «Россия 24», «Карусель», «Общественное телевидение России», «ТВ Центр», а также радиоканалы «Радио Маяк», «Вести FM» и «Радио России».

В течении 2013 года Белгородский телерадиоцентр завершил возведение главного объекта вещания региона – Радиотелевизионная передающая станция (РТПС) «Белгород». Были построены РТС в населённых пунктах Истобное, Борисовка, Кожанов, Александровка, Ивня, Анновка, Новоуколово, Шкуропатов и Нехотеевка. На вышеуказанных объектах нового строительства, на РТПС «Старый Оскол» и РТС «Ракитное» было смонтированного и запущено в работу оборудование для трансляции пакета цифровых программ «РТРС-1» для 70% населения Белгородской области.

В течении 2014 года на объектах РТПС «Белгород» и «Старый Оскол», расположенных в городах с населением более 200 000 человек, была начата тестовая трансляция второго мультиплекса. Охват населения вышеуказанными

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

передающими станциями составляет 68 % Белгородской области. Оставшиеся 30 объектов законсервированы до конца 2018 г.

В середине 2016 года осуществлён запуск тестового вещания объектов 5 и 6 этапов строительства сети цифрового эфирного телевидения в н. п. Стариково, Муром, Голубинский, Екатериновка, Ивановка, Леоновка, Новоалександровка и Белый Колодезь.

В настоящее время введено в эксплуатацию 32 объекта цифрового вещания пакета программ «РТРС-1». Окончено строительство и осуществлён запуск тестового вещания на всех радиотелевизионных станциях цифровой сети вещания в Белгородской области. Сеть имеет 5 одночастотных зон (из-за особенностей проектирования 2 зоны из которых имеют полностью идентичные частоты вещания). Стандарты вещания и сжатия – DVB-T2 и MPEG-4. Информационная скорость потока 33,4 Мбит/с.

Вещание первого мультиплекса осуществляется в 21 муниципальном районе области, что позволило охватить цифровым сигналом порядка 98,9 % населения области.

На основании частотно-территориального планирования, произведённого Федеральным государственным унитарным предприятием «Главный радиочастотный центр» (ФГУП «ГРЧЦ»), территория Белгородской области разделена на несколько одночастотных зон телевещания. Карта с указанием одночастотных зон указана на рисунке 1.1

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

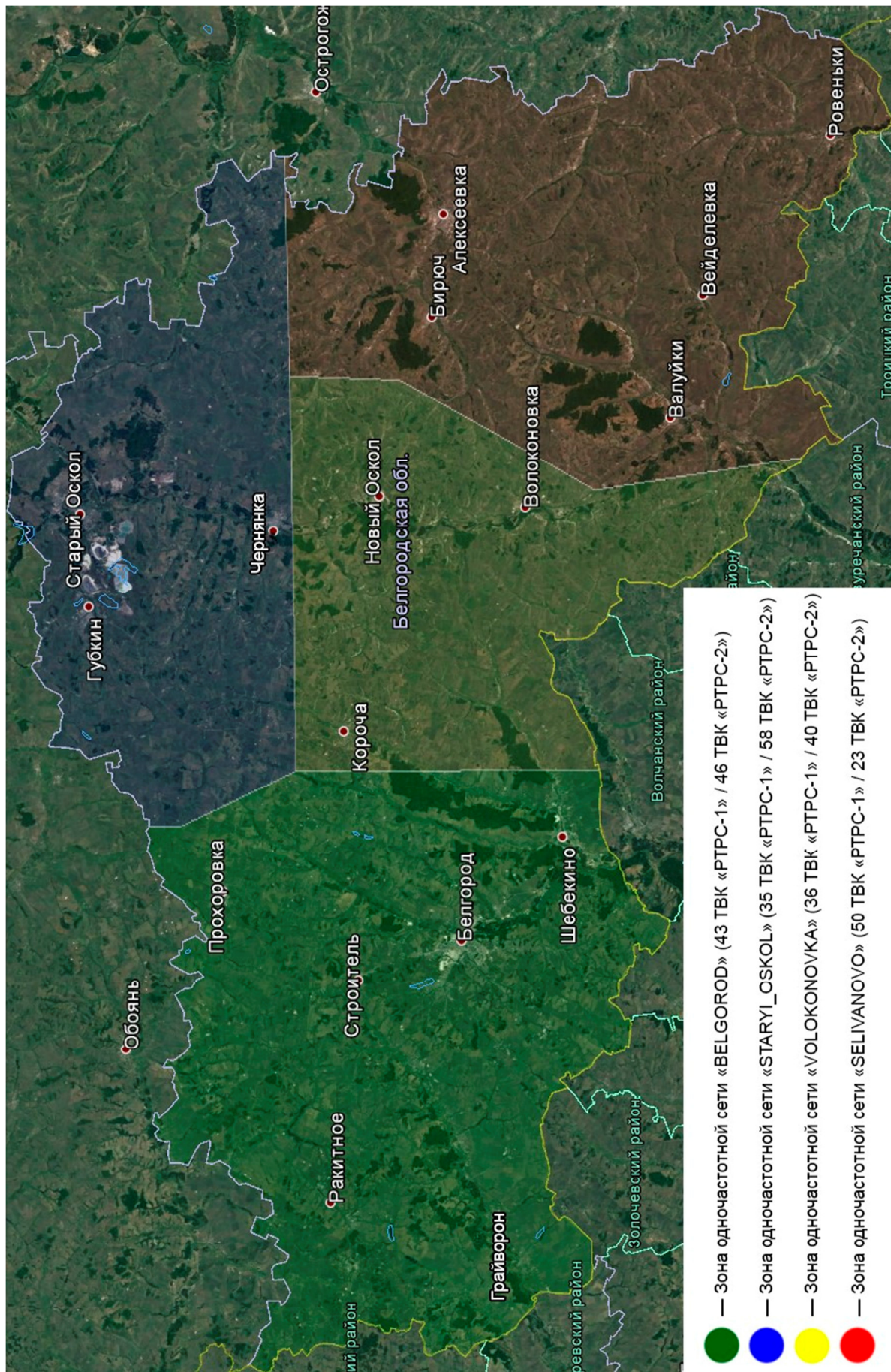


Рисунок 1.1 – Карта с указанием одночастотных зон вещания в Белгородской области

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.752.ПЗВКР

Лист

9



## 1.2 Состав и основные характеристики сети цифрового вещания.

В состав сети цифрового наземного эфирного вещания Белгородской области второго частотного мультиплекса входят:

1) каналы подачи программ от вещателей до центра формирования мультиплексов;

2) федеральный центр формирования мультиплексов (г. Москва, ул. Ак. Королева, д. 15, кор. 2, РТРС) и резервный центр формирования мультиплексов (г. Москва, Шаболовка, 37, ФГУП «ГП КС»);

3) распределительная сеть цифрового пакета программ второго мультиплекса в составе:

– каналов подачи цифровых пакетов от ЦФМ до передающих земных станций спутниковой связи (ЗССС);

– основной передающей ЗССС в центре космической связи (ЦКС) «Дубна» в г. Дубна (ФГУП «Космическая связь») и резервной передающей ЗССС на ЦКС «Медвежьи озера» в п. Долгое Лёдово Московской области (ФГУП «Космическая связь»);

– основных и резервных спутников связи серий «Экспресс» и «Ямал»;

– приемных ЗССС размещаемых на РТПС Белгородской области.

4) сеть цифровых эфирных передающих станций Белгородской области, в составе:

– эфирных передатчиков;

– АФУ;

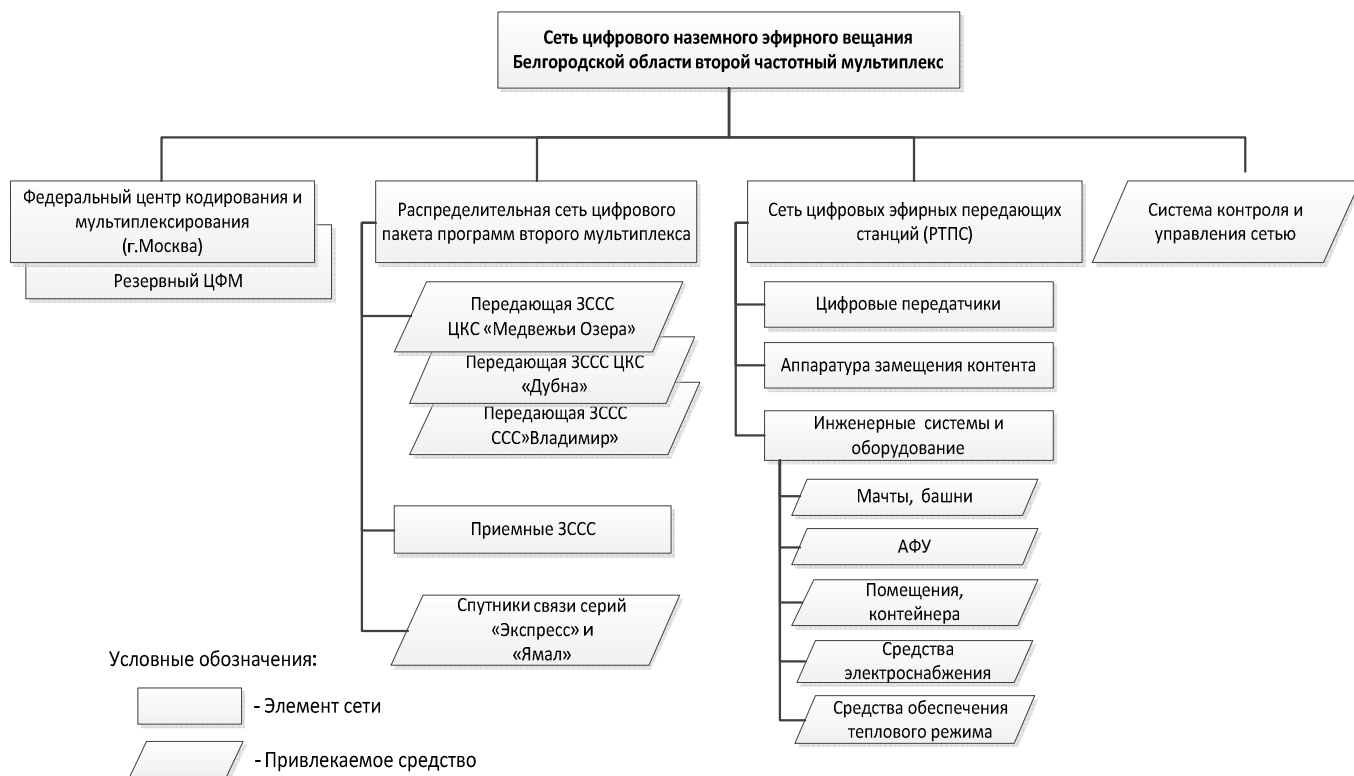
– аппаратуры замещения контента;

– инженерных систем и оборудования;

– система контроля и управления сетью.

Структурная схема сети цифрового наземного вещания Белгородской области второй частотный мультиплекс показана на рисунке 1.2

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Рисунок 1.2 - Структурная схема сети цифрового эфирного наземного вещания Белгородской области, второй программный мультиплекс**

Основные характеристики сети цифрового наземного вещания Белгородской области второго программного мультиплекса приведены в таблице 1.1.

**Таблица 1.1 - Основные характеристики сети цифрового эфирного вещания**

№	Параметр	Значение
1	Стандарт цифрового эфирного вещания	DVB-T2 (ETSI EN 302 755)
2	Тип сети	Синхронная (SFN, рекомендация ETSI TS 102773), 5 синхронных зон в соответствии с ЧТП
3	Количество цифровых RTPС	32
4	Тип транспортной сети	Спутниковая
5	Количество телевизионных программ в мультиплексе	10
6	Режим приема	фиксированный прием
7	Охват населения Белгородской области цифровым вещанием	98,9%

### 1.3 Параметры эфирного сигнала и частотный план сети второго мультиплекса.

Параметры эфирного сигнала сети цифрового наземного вещания второго программного мультиплекса приведены в таблице 1.2:

Таблица 1.2 - Параметры сети цифрового эфирного вещания

Стандарт эфирного телевизионного вещания	DVB-T2
режим вещания	MPLP
вид модуляции	64QAM, без иерархии
алгоритм коррекции ошибок	LDPC+BCH
скорость кодирования	4/5
размерность дискретного преобразования Фурье (ДПФ)	32k extended
защитный интервал	1/16 (224 мкс)
ширина спектра, МГц	7,77
шаблон пилот сигналов	PP4
информационная скорость цифрового потока, Мбит/с	33,29
стандарт кодирования видеосигналов	ITU-T H.264/MPEG-4 Part 10 AVC), MPEG-H Part 2 (HEVC/H.265
стандарты кодирования звуковых сигналов	MPEG-1 Layer 1 (ISO/IEC 11172-3), MPEG-2 AAC (ISO/IEC 13818-7), MPEG-4 HE-AAC (ISO/IEC 14496-3), Dolby Digital (AC-3, ATSC A/52), Dolby Digital Plus (DD+ lub E-AC-3)
количество звуковых каналов ТВ программе	2 (стерео)

Выбранное значение информационной скорости обеспечивает передачу 10 телевизионных программ, как при использовании режима статистического мультиплексирования, так и без его использования.



В качестве длины защитного интервала выбрано значение 1/16 режима 32k extended.

В этом случае длительность защитного интервала составляет 224 мкс, что соответствует предельно допустимому расстоянию между передатчиками 67 км.

Выбор значения защитного интервала равного 1/16 значительно упрощает организацию работы синхронного режима цифровых передатчиков.

В соответствии с частотным планом цифрового наземного вещания РКР-06, принятым Международным союзом электросвязи в 2006 году, и решениями ГКРЧ, территория Белгородской области разделена на 5 цифровых синхронных зон (SFN, Single-frequency network). Частотно-территориальный план Белгородской области приведён в таблице 1.3

**Таблица 1.3 - Частотно-территориальный план Белгородской области**

№	Идентификатор сети	Номер ТВК первого мультиплекса	Номер ТВК второго мультиплекса	Количество передающих станций второго мультиплекса
1	BELGOROD	43	46	7
2	RAKITNOE	43	46	5
3	SELIVANOVO	50	23	8
4	STARYI_OSKOL	35	58	4
5	VOLOKONOVKA	36	40	8

Назначенные SFN и номиналы телевизионных каналов сети цифрового эфирного вещания второго мультиплекса Белгородской области с указанием текущего статуса оформления частотных присвоений приведен в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Назначенные SFN и номиналы телевизионных каналов сети цифрового эфирного вещания

№	Н. п. установки передатчика	SFN зона	ТВК для 1МП	ТВК для 2МП
1	Александровка	STARYI_OSKOL	35	58
2	Анновка	VOLOKONOVKA	36	40
3	Белгород	BELGOROD	43	46
4	Белый Колодезь	SELIVANOVO	50	23
5	Бирюч	SELIVANOVO	50	23
6	Борисовка	RAKITNOE	43	46
7	Вейделевка	SELIVANOVO	50	23
8	Волоконовка	VOLOKONOVKA	36	40
9	Голубинский	SELIVANOVO	50	23
10	Грайворон	RAKITNOE	43	46
11	Екатериновка	VOLOKONOVKA	36	40
12	Зимовное	VOLOKONOVKA	36	40
13	Ивановка	SELIVANOVO	50	23
14	Ивня	RAKITNOE	43	46
15	Истобное	STARYI_OSKOL	35	58
16	Кожанов	BELGOROD	43	46
17	Короча	VOLOKONOVKA	36	40
18	Леоновка	VOLOKONOVKA	36	40
19	Ломово	BELGOROD	43	46
20	Муром	BELGOROD	43	46
21	Нехотеевка	BELGOROD	43	46
22	Новоалександровка	SELIVANOVO	50	23
23	Новоуколово	STARYI_OSKOL	35	58
24	Новый Оскол	VOLOKONOVKA	36	40
25	Ракитное	RAKITNOE	43	46
26	Рождественка	RAKITNOE	43	46
27	Селиваново	SELIVANOVO	50	23
28	Старая Безгинка	VOLOKONOVKA	36	40
29	Стариково	BELGOROD	43	46
30	Старый Оскол	STARYI_OSKOL	35	58
31	Шебекино	BELGOROD	43	46
32	Шкуропатов	SELIVANOVO	50	23

## **2 СЕТЬ РАДИОТЕЛЕВИЗИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕЩАНИЯ ВТОРОГО МУЛЬТИПЛЕКСА**

### **2.1 Состав сети и основные характеристики цифровых станций**

Проектируемая сеть цифрового наземного вещания предназначена для оказания услуги связи по цифровому телерадиовещанию второго программного мультиплекса для населения Белгородской области.

С целью обеспечения требуемого охвата населения Белгородской области вещанием цифрового пакета телевизионных программ второго мультиплекса в стандарте DVB-T2, создается сеть цифровых радиотелевизионных передающих станций.

Перечень цифровых радиотелевизионных станций сети эфирного вещания второго мультиплекса, с указанием текущего статуса объекта и этапа строительства сети первого мультиплекса по ФЦП приведен в таблице 2.1 и указан на рисунке 2.1.

Основные зоны покрытия Белгородской области с охватом населения 73,45% создаются 5 цифровыми радиотелевизионными станциями (Белгород, Старый Оскол, Селиваново, Бирюч и Ракитное).

Оставшиеся локальные зоны охватываются вещанием 27 цифровых РТПС с мощностью излучения передатчиков от 50 до 2 000 Вт.

Основные характеристики цифровых радиотелевизионных передающих станций (РТПС) второго мультиплекса Белгородской области приведены в таблице 2.2.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

**Таблица 2.1 - Перечень цифровых радиотелевизионных станций сети эфирного вещания**

№	Муниципальный район	Населённый пункт	Координаты АМС в формате WGS 84	
			Широта (с.ш.)	Долгота (в.д.)
1	Чернянский	Александровка	50°57'59"	38°06'06"
2	Корочанский	Анновка	50°45'26"	37°26'28"
3	Белгородский	Белгород	50°34'32"	36°34'52"
4	Вейделевский	Белый Колодезь	50°01'36"	38°41'20"
5	Красногвардейский	Бирюч	50°39'55"	38°23'31"
6	Борисовский	Борисовка	50°37'25"	35°59'36"
7	Вейделевский	Вейделевка	50°09'47"	38°25'34"
8	Волоконовский	Волоконовка	50°30'32"	37°51'52"
9	Грайворонский	Грайворон	50°30'52"	35°37'59"
10	Волоконовский	Екатериновка	50°24'37"	37°36'02"
11	Шебекинский	Зимовное	50°32'12"	37°13'38"
12	Ровеньский	Ивановка	49°54'10"	39°04'09"
13	Ивнянский	Ивня	51°03'25"	36°10'08"
14	Губкинский	Истобное	51°06'54"	37°18'59"
15	Прохоровский	Кожанов	51°01'34"	36°52'21"
16	Корочанский	Короча	50°48'08"	37°13'30"
17	Валуйский	Леоновка	50°14'28"	37°44'46"
18	Корочанский	Ломово (х. Полянское)	50°44'17"	36°57'21"
19	Шебекинский	Муром	50°18'49"	36°41'26"
20	Белгородский	Нехотеевка	50°20'43"	36°18'07"
21	Ровеньский	Новоалександровка	50°09'53"	38°54'22"
22	Красненский	Новоуколово	51°01'00"	38°24'28"
23	Новооскольский	Новый Оскол	50°47'11"	37°49'12"
24	Ракитянский	Ракитное	50°50'07"	35°48'43"
25	Ивнянский	Рождественка	50°55'20"	36°27'37"
26	Валуйский	Селиваново	50°18'46"	38°11'07"
27	Новооскольский	Старая Безгинка	50°51'32"	38°09'59"
28	Шебекинский	Стариково	50°35'01"	37°03'02"
29	Старооскольский	Старый Оскол	51°14'22"	37°45'37"
30	Алексеевский	Голубинский	50°18'17"	38°51'19"
31	Шебекинский	Шебекино	50°22'21"	36°55'19"
32	Алексеевский	Шкуропатов	50°31'04"	38°53'52"

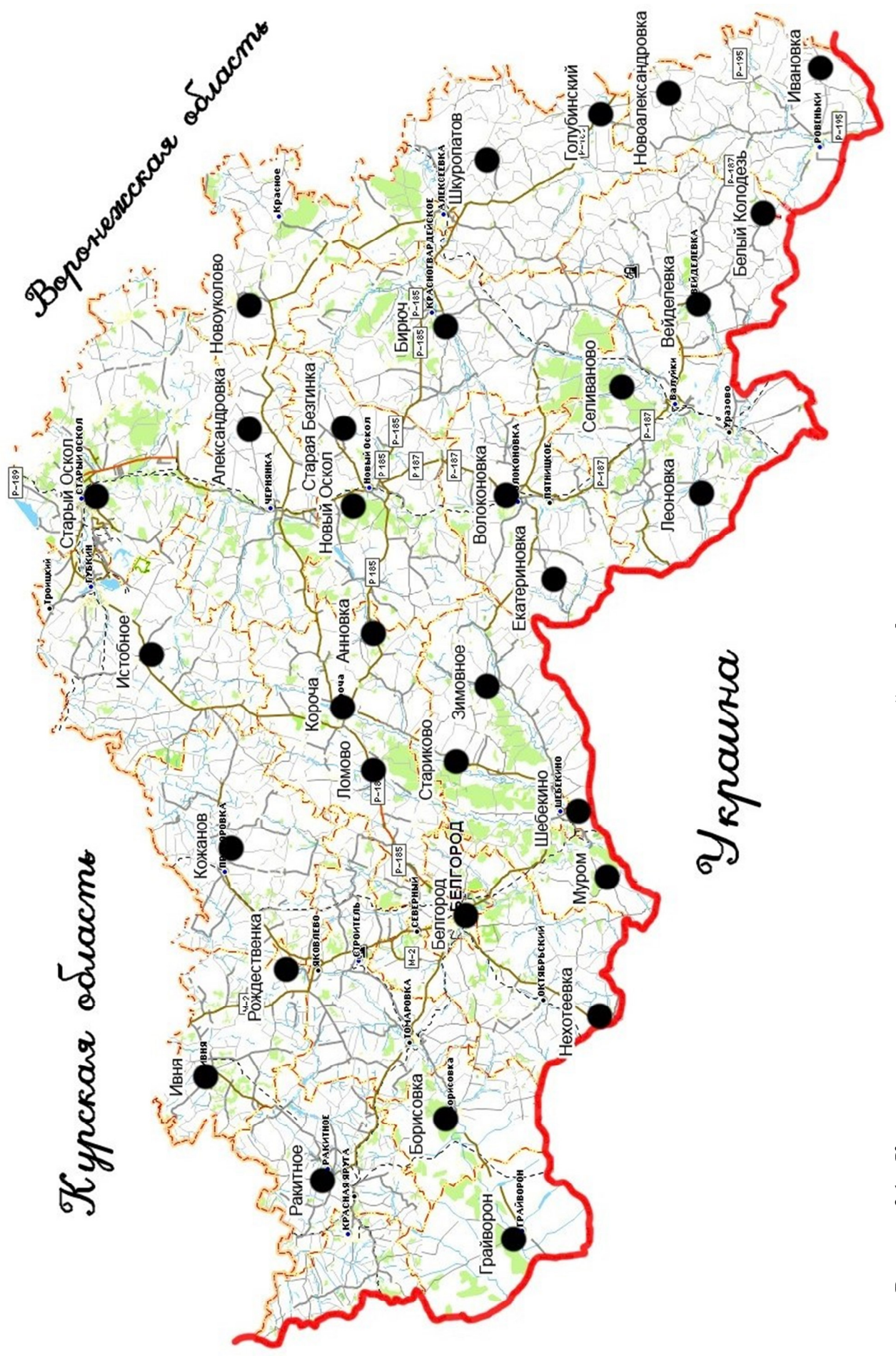


Рисунок 2.1 – Карта с указанием радиотелевизионных станций сети эфирного вещания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.752.ПЗВКР

Таблица 2.2 - Перечень цифровых радиотелевизионных станций сети эфирного вещания

№	Нас. пункт	ТВК	Мощность передатчика, кВт	Диаграмма направленности антенны (аз. град.)	K <sub>y</sub> антенны на частоте второго мультиплекса, дБд	Фактическая длина фидера, м	Высота подвеса антенны над уровнем земли, м
1	Александровка	58	2	круговая	14	105	95
2	Анновка	40	0,5	круговая	13,5	85	75
3	Белгород	46	5	315	16,07	225	180
4	Белый Колодезь	23	0,05	круговая	7,6	55	45
5	Бирюч	23	1	круговая	12,4	100	86
6	Борисовка	46	0,25	круговая	9,1	85	75
7	Вейделевка	23	0,5	круговая	12,4	110	78
8	Волоконовка	40	0,5	круговая	11,76	115	98
9	Грайворон	46	1	40	16,3	100	90
10	Екатериновка	40	0,05	круговая	8,7	55	45
11	Зимовное	40	0,5	круговая	11,76	75	68
12	Ивановка	23	0,25	320	14,3	85	75
13	Ивня	46	0,25	190	13,5	52	45
14	Истобное	58	0,25	круговая	9,2	52	45
15	Кожанов	46	1	круговая	13,9	105	95
16	Короча	40	0,5	20	9,5	55	43,5
17	Леоновка	40	0,5	круговая	11,76	85	75
18	Ломово	46	0,5	20	16,4	110	95
19	Муром	46	0,1	круговая	9,1	77	63
20	Нехотеевка	46	0,25	40	15,3	85	75
21	Новоалександровка	23	1	круговая	12,4	85	75
22	Новоуколово	58	0,25	круговая	12,3	85	75
23	Новый Оскол	40	0,25	круговая	8,7	55	52
24	Ракитное	46	5	95	15,96	155	129
25	Рождественка	46	1	40	15,3	105	95
26	Селиваново	23	5	круговая	15,16	260	235
27	Старая Безгинка	40	0,5	круговая	11,76	95	85
28	Стариково	46	0,05	круговая	9,1	77	63
29	Старый Оскол	58	2	100	16,52	240	233
30	Голубинский	23	0,25	круговая	7,6	85	75
31	Шебекино	46	0,1	0	15	60	44
32	Шкуропатов	23	0,5	круговая	12,4	85	75

В таблице 2.2 приведены максимальные значения коэффициентов усиления антенн на частотах 2 мультиплекса полученные от производителей. Для антенн с круговыми диаграммами направленности в горизонтальной

плоскости допускается снижение коэффициентов усиления антенн относительно максимального значения, но не более чем на 3,0 дБ.

В качестве основного технологического оборудования на объектах филиала РТРС «Белгородский ОРТПЦ» предусмотрена установка телевизионных передатчиков «EL3 MP01 UAV SD», «EL3 MP02 UAV SD», «FUS HP02 ULV DD», «FUS HP03 ULV DD» и «FUS HP07 ULV DD», производства компании Arelis Broadcast, Франция.

Параметры и характеристики проектируемых цифровых телевизионных передатчиков соответствуют требованиям «Правил применения оборудования систем телевизионного вещания. Часть 1. Правила применения передатчиков эфирного телевидения», утвержденных приказом Мининформсвязи России от 10.01.2006 № 1 и требованиям Европейского стандарта связи ETSI EN 302 755 «Структура кадра, канальное кодирование и модуляция для системы цифрового наземного ТВ вещания второго поколения (DVB-T2)» и Решению ГКРЧ от 16.03.12 №12-14-07 «Об использовании радиоэлектронными средствами цифрового эфирного телевизионного вещания стандарта DVB-T2 полос радиочастот 174-230 МГц и 470-790 МГц».

Проектируемый цифровой передатчик, предназначенный для работы в стандарте DVB-T2, имеют следующие ключевые особенности:

- Встроенный синхронизатор ГЛОНАСС/GPS;
- Высокий промышленный КПД (с учетом охлаждения и вспомогательных систем);
- Высокоэффективные усилители мощности для передатчиков;
- Жидкостное охлаждение с внешним охладителем;
- Управление и контроль, как с лицевой панели, так и через web-интерфейс.

Основные технические характеристики применяемых передатчиков стандарта DVB-T2 приведены в таблицах 2.3 и 2.4.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Таблица 2.3 - Основные технические характеристики применяемых передатчиков**

Параметр	EL3 MP01 UAV SD	EL3 MP02 UAV SD	FUS HP02 ULV DD	FUS HP03 ULV DD	FUS HP07 ULV DD
Излучаемая мощность, Вт	250	500	1000	2000	5000
Потребляемая мощность, не более, кВт	1,64	3,07	6,8	9,5	22
Питание, В	220	220	380	380	380
Габариты (ШхГхВ)	6 RU	12 RU	600x1200x2050	600x1200x2050	600x1200x2050
Масса, кг	33	75	430	470	590
Тип выходного разъема	7/16" DIN	7/16" DIN	1 5/8" EIA	1 5/8" EIA	3 1/8" EIA
Тип охлаждения	Воздуш.	Воздуш.	Жидкост.	Жидкост.	Жидкост.
Температура воздуха в зоне охладителя	-	-	От -10 до +50°С	От -10 до +50°С	От -10 до +50°С
Температурный диапазон эксплуатации	От -10°С до +50°С	От -10°С до +50°С	От -10°С до +50°С	От -10°С до +50°С	От -10°С до +50°С
Относительная влажность	90% без образования конденсата	90% без образования конденсата	90% без образования конденсата	90% без образования конденсата	90% без образования конденсата

**Таблица 2.4 - Дополнительные технические характеристики применяемых передатчиков**

Параметр	Значение
Поддержка SFN и MFN	есть
Возможность синхронизации от сигналов	От ГЛОНАСС, GPS
Режим передачи	SISO, MISO
Вход ASI	2 разъема BNC 75 Ом
Вход синхронизации 1 PPS	1 разъем BNC 50 Ом
Вход синхронизации 1 МГц	1 разъем BNC 50 Ом
Вход синхронизации	1 разъем TNC 50 Ом
Дистанционный контроль	1 разъем RJ-45

Проектируемый цифровой передатчик, предназначенный для работы в стандарте DVB-T2 (EN 302 755), имеют следующие ключевые особенности:

- Встроенный синхронизатор ГЛОНАСС/GPS;



- Высокий промышленный КПД (с учетом охлаждения и вспомогательных систем);
- Высокоэффективные усилители мощности для передатчиков;
- Жидкостное охлаждение с внешним охладителем;
- Управление и контроль, как с лицевой панели, так и через web-интерфейс.

## 2.2 Типовые решения по сложению сигналов первого и второго мультиплексов

Для подключения передатчиков 2-го мультиплекса к антенно-фидерным устройствам цифровых РТПС первого мультиплекса необходимо дооснащение цифровых РТПС устройствами сложения.

В России требования к устройствам сложения регламентируются «Правилами применения устройств сложения сигналов передатчиков эфирного телевизионного вещания и радиовещания», утвержденными приказом Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации от 30 мая 2006 года № 69. В соответствии с разделом 2 Правил к устройствам сложения предъявляются следующие основные требования:

- конструкция элементов устройств сложения обеспечивает надежное соединение его корпуса с системой заземления;
- номинальное волновое сопротивление входов и выхода устройства сложения составляет 50 Ом;
- потеря мощности между соответствующим входом и выходом устройства сложения составляет не более 0,5 дБ;
- неравномерность амплитудно-частотной характеристики сигналов устройства сложения для передатчиков эфирного телевизионного вещания составляет не более 0,5 дБ в полосах частот рабочих каналов;

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– переходное затухание между каждым двумя входами устройства сложения при согласованных нагрузках на остальных входах и выходе устройства сложения не менее 30 дБ при равных значениях мощности передатчиков;

– коэффициент стоячей волны по напряжению для каждого входа устройства сложения при согласованных нагрузках на остальных входах и выходе не более 1,2.

Для сложения сигналов 1-го и 2-го мультиплексов предлагается использовать два типа схем устройств сложения:

- параллельного подключения каналов (схема "Звезда");
- последовательного подключения каналов (CIC - constant impedance configuration).

Сложение сигналов первого и второго мультиплексов осуществляется на основе устройств сложения (УС), широко применяемых для сложения сигналов в аналоговом телевизионном вещании. Эти устройства строятся на относительно простых и дешёвых безмасочных полосовых фильтрах. В состав УС входят два полосовых фильтра и элемент для их объединения. При разносе между складываемыми каналами более 3-х каналов используются полосовые трёхзвенные фильтры. При разносе в 2 канала – полосовые фильтры четырёхзвенные. При разносе в один канал в четырёхзвенные фильтры дополнительно устанавливаются режекторные фильтры.

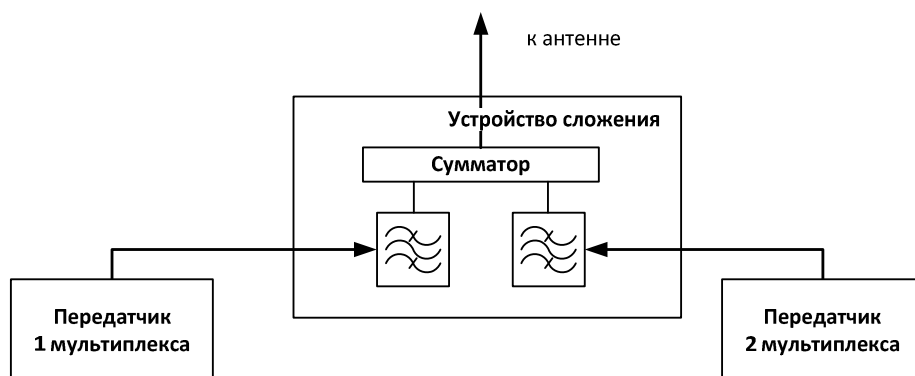
Потери сигнала в УС этого типа, как правило, не превышают 0,5 дБ (фактически 0,3-0,5 дБ).

Функциональная схема устройства сложения сигналов типа «Звезда» показана на рисунке 2.3.

Такой вариант предлагается применять для случаев, когда необходимо сложить сигналы передатчиков мощностью от 10 Вт до 2 кВт.

Формирование спектральной маски сигнала DVB-T2 происходит в передатчике.

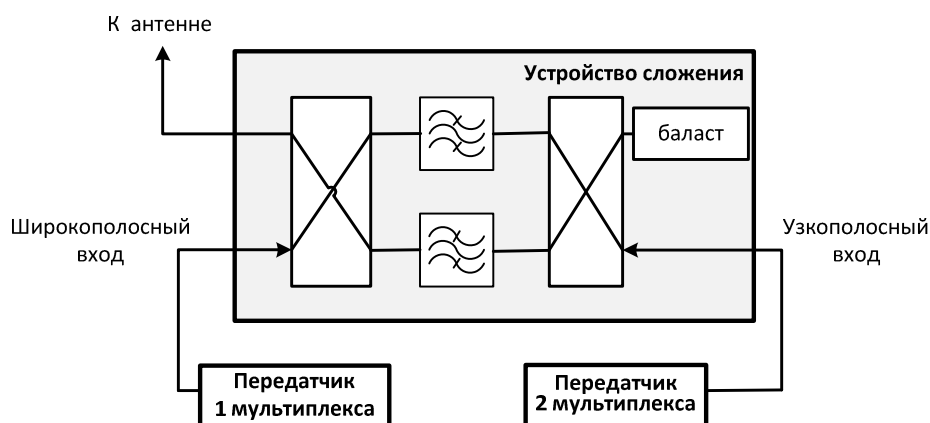
					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



**Рисунок 2.3 – Схема устройства сложения сигналов с параллельным подключением каналов («Звезда»)**

Применение схемы с последовательным включением каналов с использованием мостов сложения оптимален для применения при необходимости в дальнейшем подключения новых передатчиков для сложения путем простого присоединения нового модуля к широкополосному входу устройства сложения.

Функциональная схема устройства сложения сигналов с последовательным включением каналов показана на рисунке 2.4.



**Рисунок 2.4 – Схема устройства сложения сигналов с последовательным подключением каналов («СИС»)**

Последовательная схема требует информацию только по одному каналу, второй канал может быть произвольный. В состав устройства входят два полосовых фильтра, настроенных на канал второго мультиплекса, два квадратурных моста, согласованная нагрузка и элементы соединения отдельных блоков. Подключение передатчика 1-го мультиплекса будет осуществляться к широкополосному входу УС.

Такой вариант предлагается применять для случаев, когда необходимо сложить сигналы передатчиков мощностью от 2 кВт и выше.

Потери сигнала в УС этого типа, как правило, не превышают 0,4 дБ.

Типовая схема организации вещания на цифровых радиотелевизионных станциях при использовании устройства сложения типа «Звезда» показана рисунке 2.5.



Рисунок 2.5 – Типовая схема УС типа «Звезда»

Типовая схема организации вещания на цифровых радиотелевизионных станциях при использовании устройств сложения типа «СИС» приведена на рисунке 2.6.

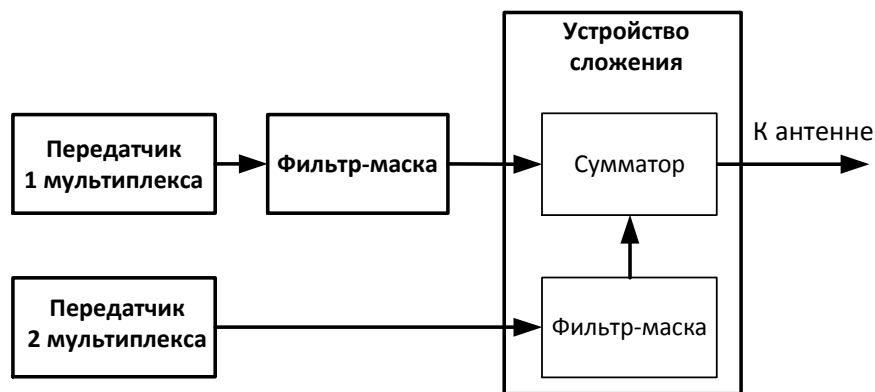


Рисунок 2.6 – Типовая схема УС типа «СИС»

### 2.3 Назначение, состав и характеристики распределительной сети

Распределительная сеть цифрового пакета программ второго мультиплекса предназначена для доставки транспортных потоков четырех временных дублей телевизионных программ, сформированных в основном или резервном Центрах Формирования Мультиплексов, до ЦКС «Медвежья Озера», ЦКС «Дубна» и ССС «Владимир», их подъема на спутник и доставки до соответствующих зон вещания через основные или резервные КА РФ.

Распределительная сеть цифрового пакета программ второго мультиплекса состоит из:

1. Наземного сегмента, включающего:

- передающую ЗССС на ЦКС «Медвежья озера» в п. Долгое Лёдово Московской области (ФГУП «Космическая связь»);
- передающую ЗССС на ЦКС «Дубна» в г. Дубна (ФГУП «Космическая связь»);
- передающую ЗССС на ССС «Владимир» в г. Владимир (ФГУП «Космическая связь»);
- приемную и передающую ЗССС на ЦКС «Хабаровск», г. Хабаровск (ФГУП «Космическая связь»);

– резервную приемную и передающую ЗССС на ЦКС «Железногорск», г. Железногорск (ФГУП «Космическая связь»).

2. Космического сегмента, включающего:

– основные спутники связи ФГУП «Космическая связь» Экспресс-АМ5, Экспресс-АМ6, Экспресс-АМ4R;

– резервные спутники связи ФГУП «Космическая связь» Экспресс-АМ7, Экспресс-АМ33, Экспресс-МД1;

– основной спутник связи спутники ФГУП «Космическая связь» Экспресс-АМ3, осуществляющий вещание до запуска спутник Экспресс-АМ5;

– основные спутники связи ОАО «Газпром космические системы» Ямал 202 и Ямал 300К, осуществляющие вещание до запуска спутников Экспресс-АМ6 и Экспресс-АМ4R.

Вещание на территории Белгородской области относится к зоне М.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

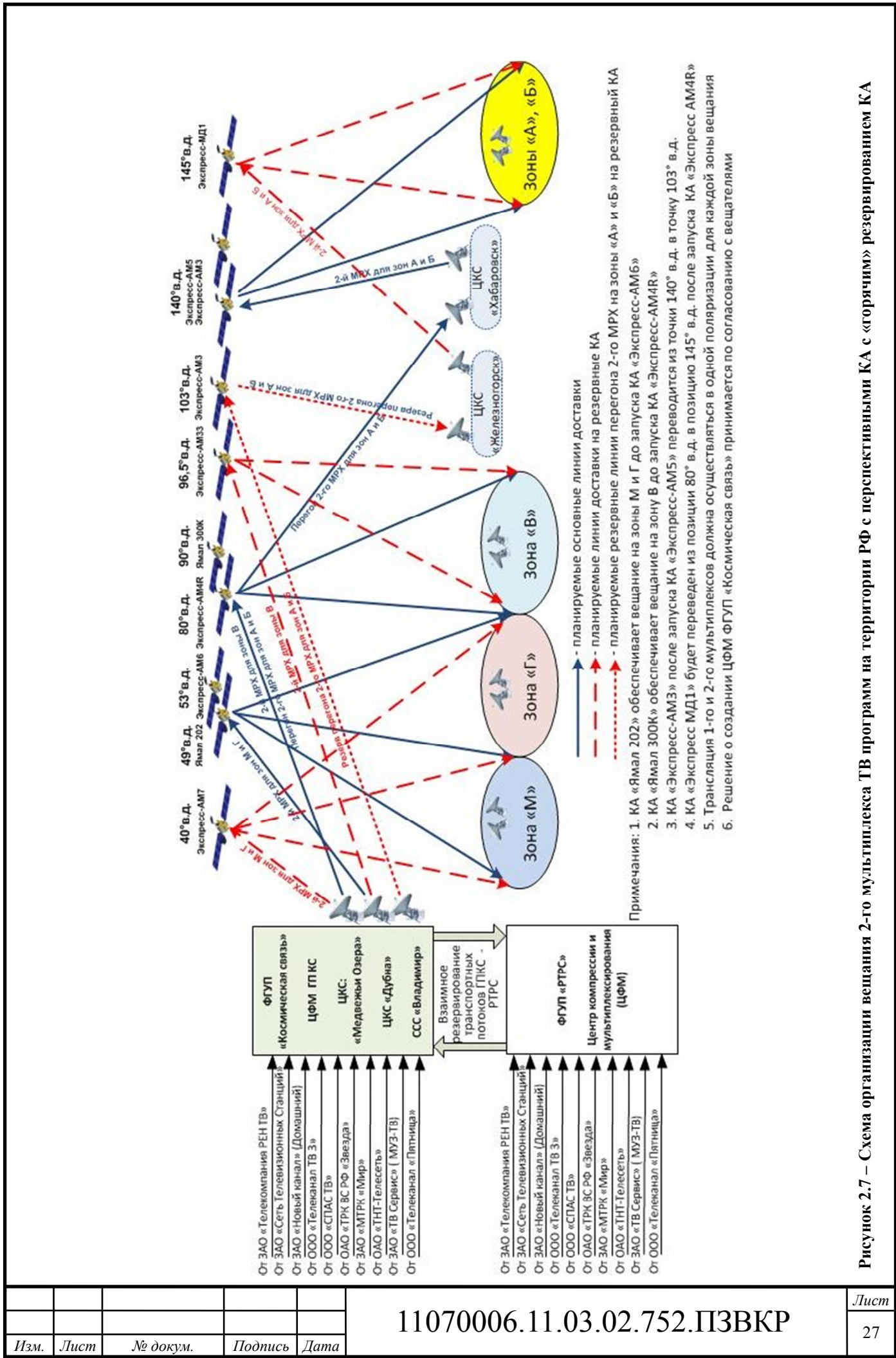


Рисунок 2.7 – Схема организации вещания 2-го мультиплекса ТВ программ на территории РФ с перспективными КА с «горячим» резервированием КА

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

11070006.11.03.02.752.ПЗВКР

Зоны «А» и «Б» объединены в одну временную зону вещания 2-го мультиплекса, таким образом, вещание 2-го мультиплекса будет производиться следующими 4 временными дублями: Зоны «А+Б», Зона «В», Зона «Г» и Зона «М».

Трансляция дубля 2-го мультиплекса на вещательную зону «М» будет производиться через бортовой ретранслятор основного КА «Экспресс-АМ6» (53° в.д.) и резервного КА «Экспресс-АМ7» (40° в.д.).

Транспондеры основных и резервных КА, используемые для трансляции дубля 2-го мультиплекса на вещательную зону «М» должны иметь одну поляризацию.

Трансляция 1-го и 2-го мультиплексов должна осуществляться в одной поляризации для каждой зоны вещания.

Для работы транспортной сети в соответствии с принятой в РФ практикой планируется использовать транспондеры С-диапазона частот.

Характеристики используемых спутников:

– Ямал-202: Точка стояния на орбите 49° в.д.; Количество транспондеров С-диапазона 18; Полоса транспондеров С-диапазона 72 МГц; ЭИИМ транспондеров С-диапазона 41-42,5 дБВт.

– Экспресс-АМ6: Точка стояния на орбите 53° в.д.; Количество транспондеров С-диапазона 14; Полоса транспондеров С-диапазона 40 МГц; ЭИИМ транспондеров С-диапазона 43,5-46,5 дБВт.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



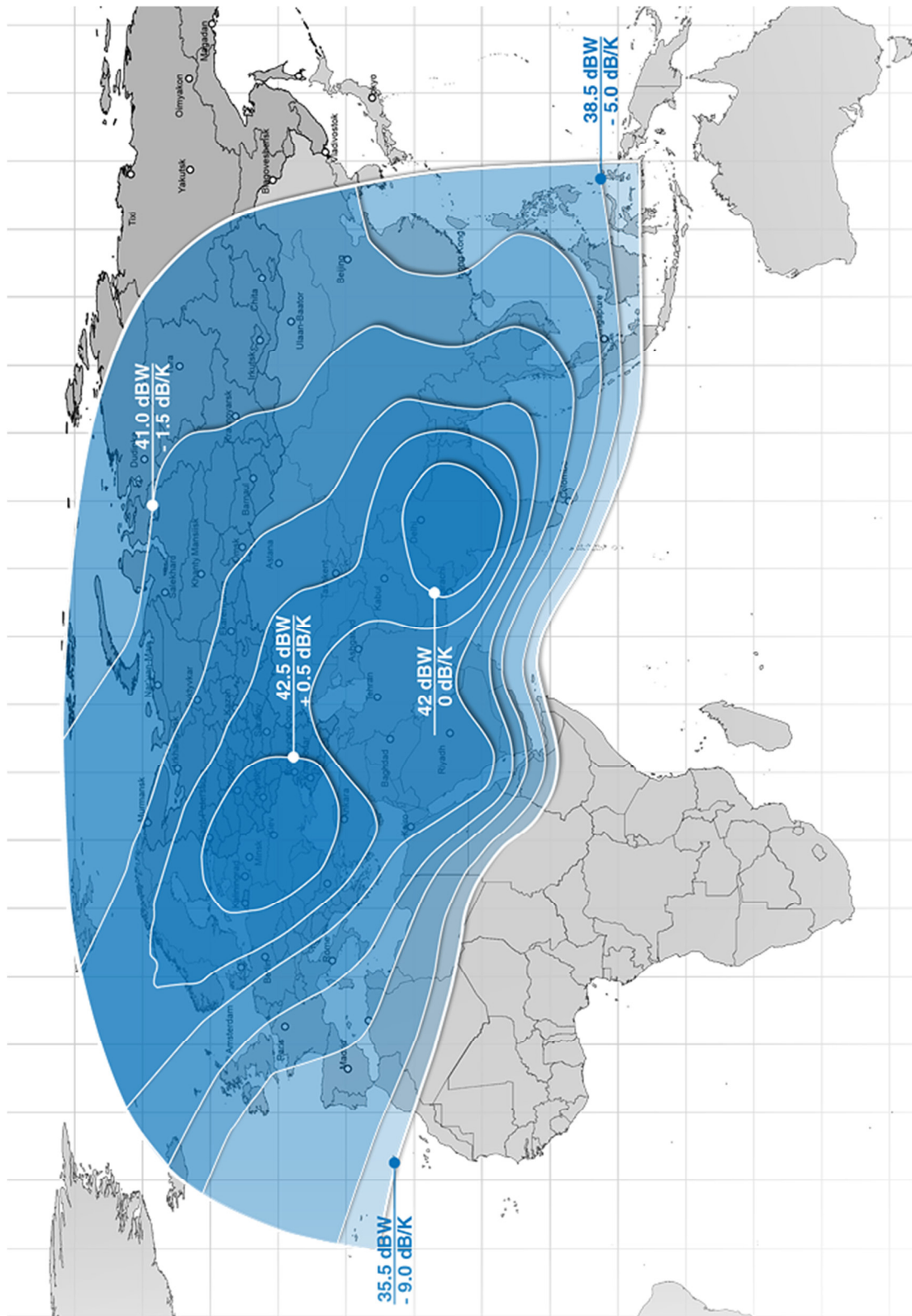


Рисунок 2.8 – Зоны обслуживания КА «Ямал 202» (49° в.д.)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.752.ПЗВКР

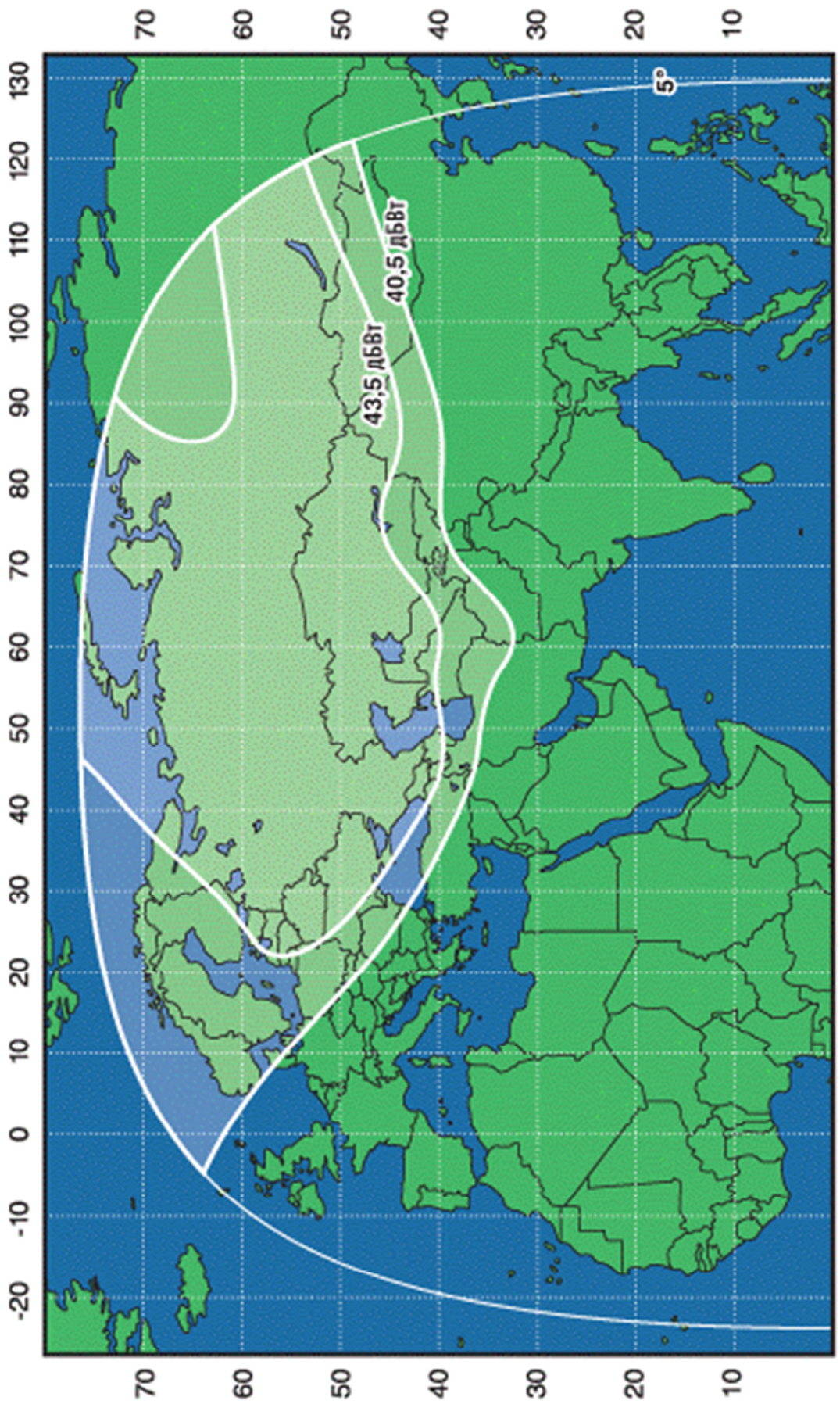


Рисунок 2.9 – Зоны обслуживания КА «Экспресс-АМ6» (53° в.д.)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.752.ПЗВКР

Параметры спутникового сигнала для передачи цифрового пакета телерадиопрограмм и данные для расчета частотно-энергетического ресурса приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Параметры спутникового сигнала для передачи цифрового пакета телерадиопрограмм

№	Параметр	Значение
1	Занимаемая полоса в транспондере для одного дубля цифрового пакета ТВ программ	18,6762 МГц
2	Модуляция	8PSK
3	Помехоустойчивое кодирование	LDPC3/4 + BCH
4	Информационная скорость канала	33,29 Мбит/с
5	Требуемая полоса частот	20,00 МГц
Линия «Верх»		
6	Диаметр передающей антенны	7 м
7	Помехи от соседнего канала, C/ACI	24 дБ
8	Помехи от соседних спутников, C/ASI	33 дБ
9	Кросс поляризационная развязка, C/XPI	27 дБ
10	Уровень интермодуляционных помех, C/IM	21,4 дБ
Линия «Вниз»		
11	Диаметр приемной антенны	2,4 м
12	Помехи от соседнего канала, C/ACI	24 дБ
13	Помехи от соседних спутников, C/ASI	33 дБ
14	Кросс поляризационная развязка, C/XPI	27 дБ
15	Уровень интермодуляционных помех, C/IM	20 дБ

При работе через космические аппараты и приеме сигнала DVB-S2 с индексом модуляции 8 PSK на ЗССС диаметром антенны 2,4 м, необходимая излучаемая мощность передающей ЗССС ЦКС должна составлять:

- не менее 110 Вт на несущую для КА «Экспресс-АМ6»,
- не менее 70 Вт на несущую для КА «Экспресс-АМ7»,



- не менее 110 Вт на несущую для КА «Ямал 202».

При этом, передающие ЗССС ЦКС, работающие с КА «Ямал 202» и «Экспресс-АМЗ3» должны иметь автоматическую регулировку мощности до 2 дБ.

Передающая земная станция спутниковой связи (ЗССС) предназначена для организации спутниковой трансляции цифровых пакетов телерадиопрограмм через геостационарные спутники в диапазоне частот 6/4 ГГц.

Передающие ЗССС входят в состав основного ЦКС «Медвежьи Озера» и резервного ЦКС «Дубна», и предназначены для подъема и доставки временных дублей до соответствующих зон вещания через основные и резервные КА космической группировки.

В состав каждой передающей ЗССС входит:

- каналообразующее оборудование,
- модуляторы DVB-S2,
- усилители мощности,
- антенная система.

Все оборудование передающей ЗССС должно иметь резервирование по схеме 1+1, включая каналообразующее оборудование ВОЛС.

Технические характеристики передающих ЗССС должны быть не хуже приведённых в таблице 2.6

**Таблица 2.6 – Требуемые характеристики передающих ЗССС**

№	Наименование параметра	Значение параметра
1	Диаметр зеркала антенной системы, не менее	7 м
2	Диапазон рабочих частот, МГц	3400-4200 5850-6520
3	Поляризация радиоволны на прием на передачу	круговая правая (левая) левая (правая)

Окончание таблицы 2.6

№	Наименование параметра	Значение параметра
4	Кросс поляризационная развязка радиолинии, дБ, не менее	27 ( $Kэ < 0,776$ )
5	Количество портов	4
6	Тип усилителя мощности	Линеаризованная ЛБВ или твердотельный усилитель мощности в многосигнальном режиме
7	Излучаемая мощность на несущую дубля 2 мультиплекса для ЗССС работающей на КА: – «Экспресс-АМ6», – «Экспресс-АМ7», – «Ямал 202».	не менее 110 Вт, не менее 70 Вт, не менее 110 Вт.
8	Уровень интермодуляционных составляющих третьего порядка на выходе при двух одинаковых несущих с уровнями на 3 дБ ниже точки компрессии 1 дБ, не более	-25,0 дБм
9	Нестабильность усиления в рабочем диапазоне температур окружающей среды, не более	$\pm 1,0$ дБ
10	Коэффициент усиления, не менее	51,5 dBi
11	Стандарт передачи	DVB-S2
12	Тип модуляции, коэффициент кодирования	8PSK, 3/4
13	Информационная скорость цифрового транспортного потока	33,29 Мбит/с
14	Режим работы	круглосуточный, непрерывный
15	Резервирование основного оборудования ЗССС, не хуже	1+1

Приемные земные спутниковые станции предназначены для приема сигналов цифрового телевидения в стандарте DVB-S2 транслируемых через спутники в диапазоне частот 6/4 ГГц.

Основные характеристики приемных земных станций спутниковой связи приведены в таблице 2.7.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Таблица 2.7 – Требуемые характеристики приёмных ЗССС

№	Наименование параметра	Значение
1	Диапазон рабочих частот	3400 - 4200 МГц
2	Поляризация	Круговая правая/ левая
3	Метод модуляции	DVB-S/S2
4	Вид модуляции	QPSK/8PSK
5	Коэффициент эллиптичности, не менее	0,82
6	Кросс поляризационная развязка в диапазоне частот рабочих частот, не менее	27 ( $K_{\Delta} < 0,776$ ) дБ
7	Добротность на прием, не менее	18 дБ/К
8	Уровень боковых лепестков диаграммы направленности при отклонении от главной оси на угол, не более	29-25lg $\Theta$ ( $\Theta < 20^\circ$ ) дБ
9	Пределы наведения антенны, градусов:	
	– по азимуту	0...360
	– по углу места	0...60
10	Коэффициент усиления конвертора LNB, не менее	60 дБ
11	Частота преобразования конвертора LNB	5150 МГц
12	Потребляемая мощность, не более	45 Вт

Приемные ЗССС предназначены для эксплуатации в условиях холодного и умеренного климата по ГОСТ 15150-69 и должны обеспечивать круглосуточную непрерывную работу.

Расположение приемных станций выбирается таким образом, чтобы отсутствовали физические преграды для работы в направлении на геостационарные спутники, расположенные в секторе от 400 в.д. до 1400 в.д.

Срок службы приемных ЗССС при выполнении правил эксплуатации и необходимых регламентных работ должен быть не менее 15 лет.

Для обеспечения приема сигнала транспортного потока программ второго частотного мультиплекса на РТПС используются существующие приемные ЗССС с антенной 2,4 м. На РТПС допускается размещение второго резервного антенного поста с антенной 2,4 м.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Состав оборудования дооснащения приемной земной спутниковой станции включает:

- резервная антенная система диаметром 2,4 м с облучателем;
- малошумящий усилитель-конвертор;
- цифровой спутниковый приемник – 2 шт.;
- делитель ПЧ;
- комплект кабелей и разъемов;
- комплект эксплуатационной документации.

Структурная схема приемной земной спутниковой станции приведена на рисунке 2.10.

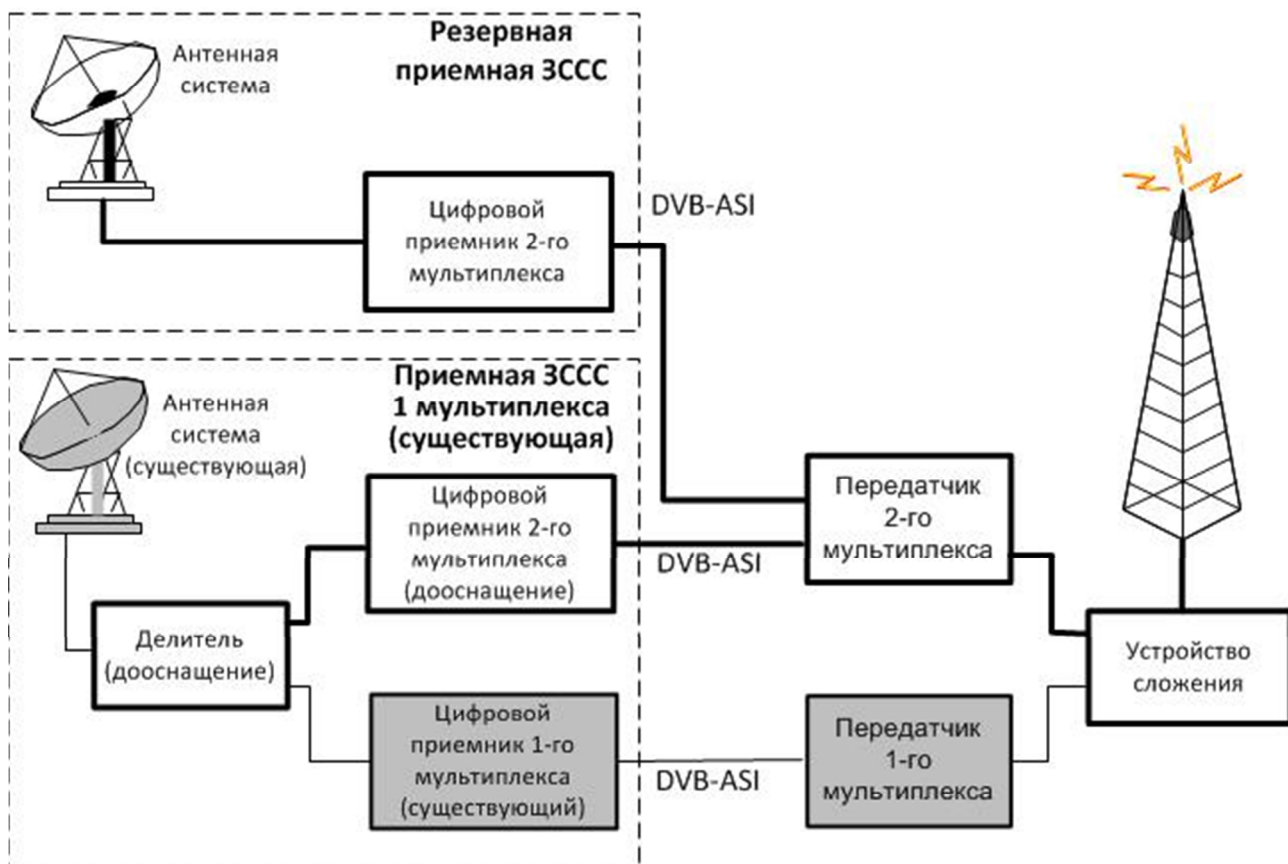


Рисунок 2.10 – Структурная схема приемной земной спутниковой станции

Характеристики цифрового спутникового приемника:

1. Вход (L-диапазон (950-2150 МГц) Символьная скорость от 1 до 45 Мсимв/с.):

- уровень входного сигнала: от -65 до -25 дБмВт
- подавление синфазной помехи: 90 дБ для 60 Гц, 85 дБ для 20 кГц
- сопротивление нагрузки: не менее 300 Ом
- выход ASI по стандарту EN 50083-9
- Коэффициент передачи усилителя:  $1,000 \pm 0,004$
- Неравномерность АЧХ: в полосе частот 20 Гц ... 20 кГц - не более  $\pm 0,1$  дБ
- Коэффициент гармоник при уровне входного сигнала +12 дБ - не более 0,01%
- шум - не более минус 80 дБ
- Наличие не менее 2 слотов модулей условного доступа (CI)

2. Выход: цифровой видео выход ASI x BNC 75 Ом.

3. Управление: с передней панели, удаленное по Ethernet-интерфейсу.

4. Электропитание: 220 В переменного напряжения мощностью потребления не более 45 Вт.

5. Условия эксплуатации: рабочая температура от 0°C до 50°C, относительная влажность от 5% до 95%.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



# 3 РАСЧЕТ ОХВАТА НАСЕЛЕНИЯ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ВЕЩАНИЕМ ВТОРОГО МУЛЬТИПЛЕКСА

## 3.1 Методика расчёта зон обслуживания

Расчёт зон обслуживания проводится в соответствии с рекомендациями РКР-06 и EBU-TECH 3348 «Frequency and Network Planning Aspects of DVB-T2» с применением следующего программного обеспечения:

- Программно-методический комплекс «Проектирование и анализ радиосетей – ПИАР» версии 4.57, разработанный обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственная фирма «ЯР» (г. Ярославль, Россия).
- Методики прогнозирования напряженности поля, применяемые для радиовещательной службы, основаны на Рекомендациях МСЭ-R P.1812, P.1546 и CRC-predict.

Основой расчета напряженности поля являются медианные значения напряженности электрического поля, которые означают, что в 50% мест и для 50% времени измеряемая напряженность будет превышать указанную величину. Эти значения зависят от высот передающей и приемной антенн, несущей частоты и протяженности трассы, и получены в результате усреднения экспериментальных результатов в различных регионах при различных условиях.

Граница зоны обслуживания цифровых РТПС определяется в результате расчетов как совокупность точек, в которых расчетное значение напряженности поля равно минимальному медианному значению напряженности поля.

При определении минимального медианного значения напряженности поля вычисляется минимальная напряженность поля и учитываются корректирующие факторы.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$E_{\text{мин}}[\text{дБ(мкВ/м)}] = U_{\text{вх.мин}} [\text{дБ(мкВ)}] - G_a[\text{дБ}] + a_c[\text{дБ}] - 20\lg(300/2\pi f) \times U_{\text{вх.мин}} [\text{дБ(мкВ)}] \quad (3.1),$$

– минимальное напряжение сигнала на входе приемника с волновым сопротивлением 50 Ом.

$$U_{\text{вх.мин}} [\text{дБ(мкВ)}] = P_{\text{вх.мин}}[\text{дБВт}] + 138,8 \quad (3.2),$$

где:

$P_{\text{вх.мин}}[\text{дБВт}] = P_{\text{ш}}[\text{дБВт}] + C / N[\text{дБ}]$  — минимальный уровень входного сигнала, при котором обеспечивается требуемое минимальное значение  $C/N$ ;

$P_{\text{ш}}[\text{дБВт}] = F[\text{дБ}] - 135,0$  – шумовая мощность, развиваемая на входе приемника в полосе канала 7,77 МГц (эффективная спектральная полоса канала для DVB-T2) при нормальной температуре 293 К (dBW);

$F[\text{дБ}]$  — коэффициент шума приемника; принят величиной 7 дБ для всех диапазонов частот.

Минимальное значение напряженности поля для заданной вероятности охвата мест вычисляется по формуле:

$$E_{\text{мин}_c} = E_{\text{мин}} + C \quad (3.3),$$

где:

$C = 3,0$  дБ поправочный коэффициент местоположений для вероятности 70%;

$C = 9,0$  дБ поправочный коэффициент местоположений для вероятности 95%.

В соответствии с EBU-TECH 3348 для выбранных параметров модуляции рассчитываем значение  $C/N$ .

Расчет предполагает следующую последовательность действий:

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- определение базового  $C/N$  для гауссовского канала (в соответствии с таблицей 2.9 EBU–TECH 3348);
- определение значений корректирующих факторов для полученного  $C/N$  для реальных условий внедрения технологии (учет канала связи, факторов приемного оборудования), к значению  $C/N_{\text{gauss-raw}}$  прибавляются поправки для шаблона пилот сигналов PP4 в соответствии с таблицей 2.10 EBU–TECH 3348;
- определение поправки по ограничивающему уровню шума (таблица 2.11 EBU–TECH 3348);
- определение поправки для корректировки полученного значения  $C/N$  гауссовского канала к значению  $C/N$  для райсовского канала (фиксированный прием в SFN зоне) в соответствии с таблицей 2.13 EBU–TECH 3348.

Для режима 64 QAM 4/5 1/16 PP4 получаем значение  $C/N_{\text{rice}} = 18.84$  дБ.

Зная требуемый для данного режима и типа приема  $C/N$ , определяем  $E_{\text{мин}}[\text{дБ}(\text{мкВ/м})]$ .

Расчетные значения минимальной напряженности поля в точке приема для вероятности охвата мест 95% с модуляцией 64QAM 4/5, защитным интервалом 1/16, числом несущих 32 000 и фиксированным способом приёма приведены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 – Расчетные значения минимальной напряженности поля в точке приема**

№	ТВК	Частота, МГц	Емин_95, дБ (мкВ/м)	№	ТВК	Частота, МГц	Емин_95, дБ (мкВ/м)
1	21	474	51,4	21	41	634	54
2	22	482	51,6	22	42	642	54,1
3	23	490	51,7	23	43	650	54,2
4	24	498	51,9	24	44	658	54,3
5	25	506	52	25	45	666	54,4
6	26	514	52,1	26	46	674	54,5
7	27	522	52,3	27	47	682	54,6
8	28	530	52,4	28	48	690	54,7
9	29	538	52,5	29	49	698	54,8

**Окончание таблицы 3.1**

10	30	546	52,7	30	50	706	54,9
11	31	554	52,8	31	51	714	55
12	32	562	52,9	32	52	722	55,1
13	33	570	53	33	53	730	55,2
14	34	578	53,2	34	54	738	55,3
15	35	586	53,3	35	55	746	55,4
16	36	594	53,4	36	56	754	55,5
17	37	602	53,5	37	57	762	55,6
18	38	610	53,6	38	58	770	55,6
19	39	618	53,7	39	59	778	55,7
20	40	626	53,8	40	60	786	55,8

Показатель качества покрытия, определяемый процентом охвата местоположений, для сетей цифрового ТВ выбирается более 50%, чтобы обеспечить прием на стандартное приемное оборудование большому количеству домохозяйств.

При фиксированном приеме цифрового наземного вещания эти процентные отношения устанавливаются равными 70% для «допустимого» и 95% для «хорошего» приема.

Проектирование сетей выполнено с использованием показателя вероятности охвата мест 95%.

Пакет программ «Проектирование и анализ радиосетей – ПИАР» является геоинформационной системой, то есть системой обработки пространственно распределенной над поверхностью Земли информации и предназначен для расчета и построения зон уверенного приема, зон уверенной двухсторонней связи, расчета электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств, ведения соответствующих баз данных, выдачи рекомендаций по частотным присвоениям.

Методической основой разработки являются «Методические указания по планированию частот для сетей сухопутной подвижной радиосвязи метрового и дециметрового диапазонов. М., МС СССР, 1984»; «Методика частотно-территориального планирования сетей подвижной и стационарной радиосвязи

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

метрового и дециметрового диапазонов. М., МС СССР, 1989»; «Методика расчета статистических характеристик мешающих сигналов в диапазоне 60 МГц - 40 ГГц для географических и климатических условий различных регионов России. М.: НИИР, 1996»; Локшин М.Г., Шур А.А., Кокорев А.В., Краснощеков Р.А.; «Сети телевизионного и звукового ОВЧ ЧМ вещания»: Справочник. М.: Радио и связь, 1988; «Справочник по радиоконтролю». Группа экспертов РГ 1С, председатель группы Ж.Жоржен. //Международный союз электросвязи. 1995; Рекомендации МСЭ ITU-R P.529-2, ITU-R P.370-7 и др.

Программно-методический комплекс (ПМК) «ПИАР» обеспечивается постоянным развитием используемых математических моделей распространения радиоволн, радиотехнических средств, нелинейного взаимодействия сигналов в приемных устройствах и применяемых методов обработки.

Функциональные возможности ПМК «ПИАР»:

- ввод в базы данных географических координат почтовых отделений и РЭС;
- измерения на топографических картах (определение расстояний, площадей, азимута, географических координат в градусах минутах и секундах), анализ рельефа местности с построением сечения рельефа между двумя выбранными точками на карте с учетом кривизны поверхности Земли;
- отображение информации на топографических картах;
- конфигурирование и редактирование сетей РЭС;
- многофункциональный анализ напряженности электромагнитных полей;
- расчет карт напряженности поля;
- построение зон уверенного радиоприема и радиосвязи для выбранных РЭС, в том числе с учетом мешающих передатчиков, работающих на той же частоте (для ТВ передатчиков с учетом смещения несущей частоты);
- подсчет населения в зоне обслуживания;

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	<i>Лист</i>
						41
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- использование методики расчета электромагнитной совместимости, позволяющей моделировать процессы передачи и приема сигналов и анализировать причины возникновения помех;
- анализ напряженности электромагнитных полей, создаваемых РЭС за счет побочных и внеполосных излучений;
- возможность выбора и оценки влияния среды распространения радиоволн;
- построение карт «просветов» для заданных районов области с учетом зон Френеля в СВЧ диапазоне;
- построение карт линий равной напряженности для передатчиков, работающих на одной частоте;
- учет метеоусловий при распространении радиоволн;
- одновременная обработка десятков и сотен тысяч источников радио излучений.

Технические характеристики ПМК «ПИАР» для статической модели распространения радиоволн:

- диапазон частот анализа 27 - 18000 МГц;
- точность установки координат объектов для масштаба 1:200000 - 30 м;
- минимальная мощность передатчика - 10 мВт;
- максимальная мощность передатчика - 10 МВт;
- диапазон высот установки антенн РЭС - 1 – 600 м;
- шаг высоты установки антенн РЭС - 1 м;
- шаг установки ДНА по азимуту - 0.1°;
- среднеквадратическая погрешность синтезированной поверхности рельефа для среднeperесеченной местности – не более 1.5 – 2 м;
- среднеквадратическое отклонение результатов расчета напряженности поля от экспериментальных измерений – 2.4 дБ;
- шаг сетки частот анализа ЭМС - 1 Гц.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 3.2 Расчёт зоны охвата вещанием на примере одночастотной зоны вещания «STARYI\_OSKOL»

Расчет численности населения, находящегося в зонах обслуживания цифровых радиотелевизионных станций вещания второго мультиплекса на территории Белгородской области приведен в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Расчет численности населения в зонах обслуживания цифровых радиотелевизионных станций вещания второго мультиплекса на территории Белгородской области

№	РТПС	SFN зона	Общее количество населения, находящееся в зоне охвата передающей станции, чел.	Охват населения передающей станцией, с учетом перекрытий зон, чел.
1	Александровка	STARYI_OSKOL	303759	20382
2	Анновка	VOLOKONOVKA	47756	14096
3	Белгород	BELGOROD	609498	518426
4	Белый Колодезь	SELIVANOVO	4920	2421
5	Бирюч	SELIVANOVO	103879	64605
6	Борисовка	RAKITNOE	84832	18508
7	Вейделевка	SELIVANOVO	42658	9625
8	Волоконовка	VOLOKONOVKA	51795	23450
9	Грайворон	RAKITNOE	72921	30724
10	Екатериновка	VOLOKONOVKA	5079	2052
11	Зимовное	VOLOKONOVKA	42922	15069
12	Ивановка	SELIVANOVO	21666	15542
13	Ивня	RAKITNOE	41191	12208
14	Истобное	STARYI_OSKOL	25546	8927
15	Кожанов	BELGOROD	77494	27007
16	Короча	VOLOKONOVKA	23310	13846
17	Леоновка	VOLOKONOVKA	20393	2297
18	Ломово	BELGOROD	85877	16831
19	Муром	BELGOROD	15732	3436
20	Нехотеевка	BELGOROD	21966	11080
21	Новоалександровка	SELIVANOVO	37090	9115
22	Новоуколово	STARYI_OSKOL	16197	8893
23	Новый Оскол	VOLOKONOVKA	50559	27482
24	Ракитное	RAKITNOE	140877	61095
25	Рождественка	RAKITNOE	92278	15922

**Окончание таблицы 3.2**

26	Селиваново	SELIVANOVO	195459	114474
27	Старая Безгинка	VOLOKONOVKA	20172	5332
28	Стариково	BELGOROD	9281	4069
29	Старый Оскол	STARYI_OSKOL	407575	367639
30	Голубинский	SELIVANOVO	17012	4907
31	Шебекино	BELGOROD	60369	50670
32	Шкуропатов	SELIVANOVO	69431	9471

Расчет карты зон обслуживания цифровых радиотелевизионных станций вещания второго мультиплекса на территории Белгородской области представлен на рисунке 3.1.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44







Далее в представленной выпускной квалификационной работе будет подробно рассмотрен расчёт карт зона охвата передатчиками на примере одночастотной зоны вещания «STARYI\_OSKOL».

В данной одночастотной зоне вещания запланирована работа четырёх передатчиков второго мультиплекса, расположенных на радиотелевизионных станциях в населённых пунктах Александровка, Истобное, Новоуколово и Старый Оскол.

Для расчёта карт зона охвата передатчиками в программно-методическом комплексе «ПИАР» потребуются следующие исходные данные:

- высота подвеса передающей антенны над уровнем земли (м);
- высота подвеса приёмной антенны над уровнем земли (м);
- выходная мощность передатчика (Вт);
- азимут направления передающей антенны (град.);
- угол наклона передающей антенны (град.);
- потери в антенно-фидерном тракте (дБ);
- Тип антенны (в ПМК вносится тип антенн со всеми необходимыми характеристиками);
- частота несущей волны (МГц);
- географические координаты места установки радиоэлектронного средства.

Образец с заполненными исходными данными для передатчиков одночастотной зоны вещания «STARYI\_OSKOL» представлен на рисунке 3.2

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

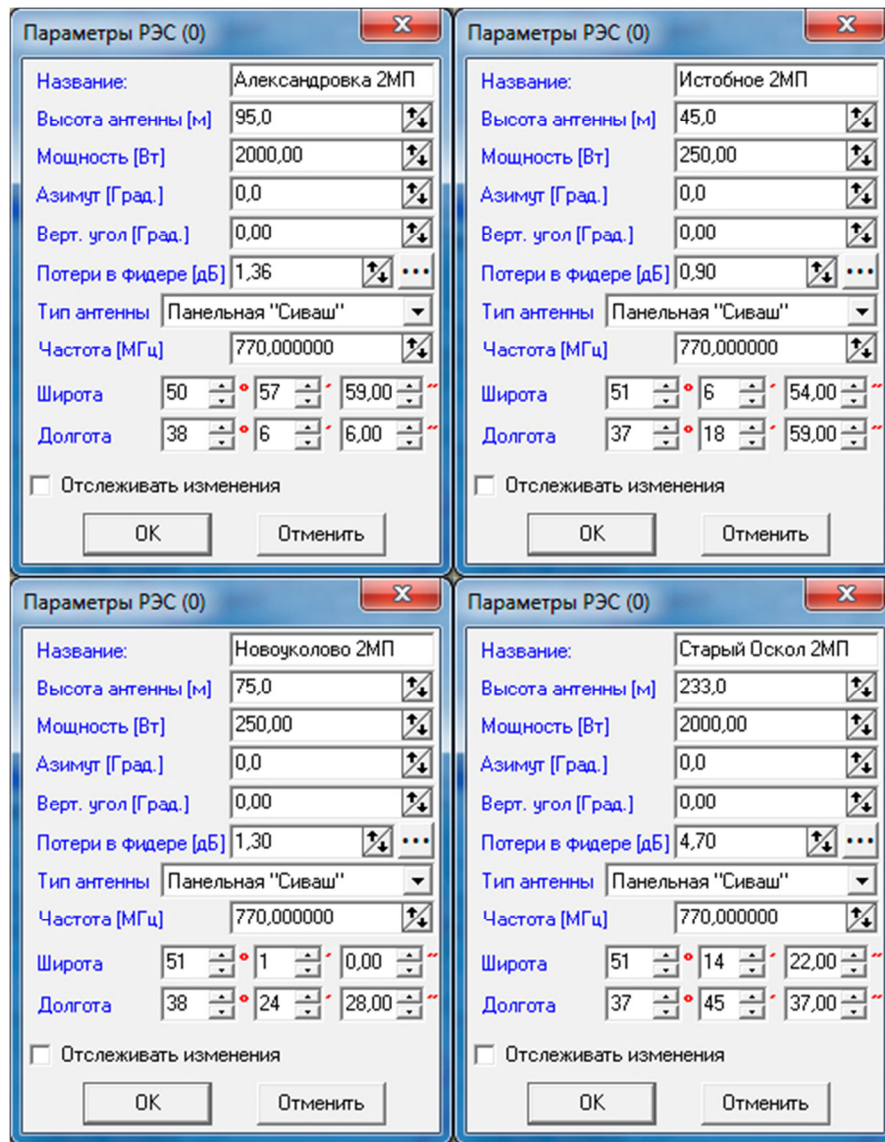
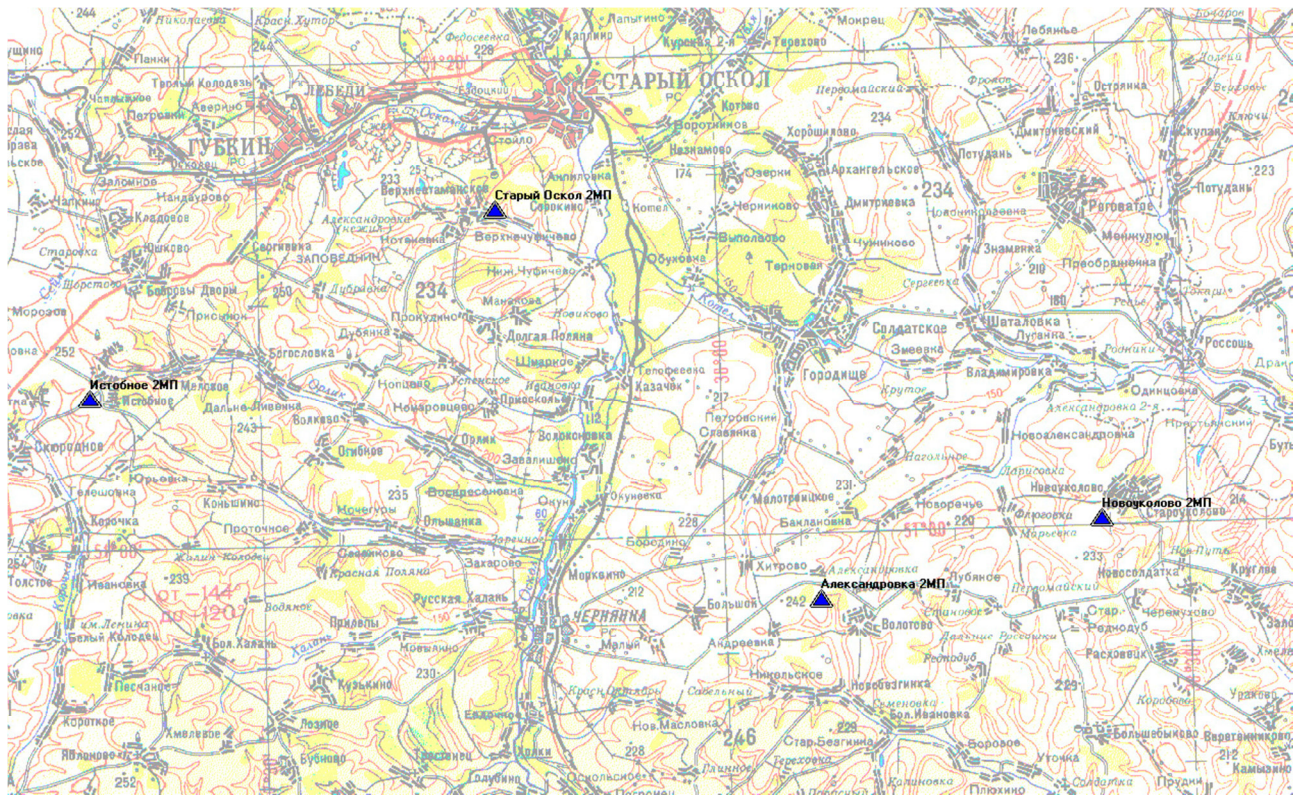


Рисунок 3.2 – Окна с заполненными исходными данными в ПМК «ПИАР»

После применения изменений в окнах, на карте появятся треугольные знаки, показывающее расположение передатчика (рисунок 3.3)



**Рисунок 3.3 – Расположение передатчиков на карте в ПМК «ПИАР»**

Далее необходимо провести процедуру расчёта зоны охвата в программе (рисунок 3.4). При указании уровня напряжённости электромагнитного поля необходимо руководствоваться таблицей 3.1. В данном случае рассчитывается минимальная необходимая напряженность электромагнитного поля для частоты 770 МГц (58 ТВК) – 56 мкВ/м.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48



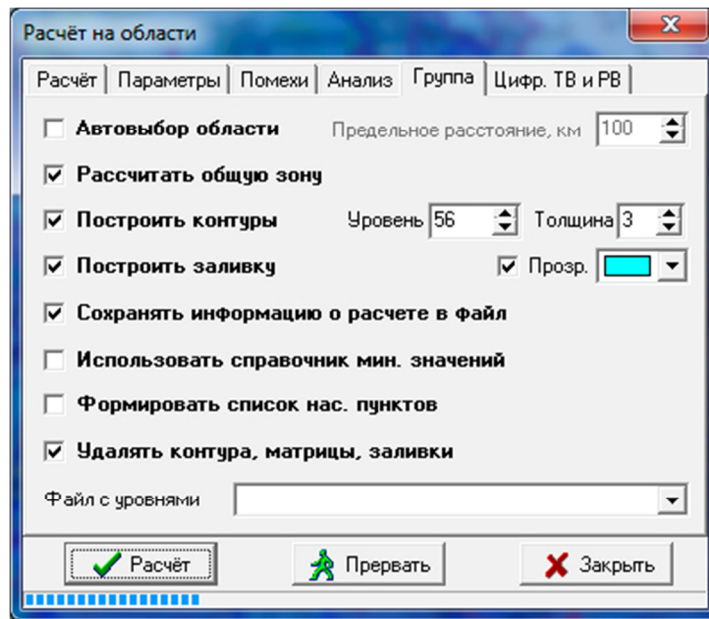


Рисунок 3.4 – Окно расчёта зоны охвата в ПМК «ПИАР»

После окончания расчёта программно-методический комплекс «ПИАР» покажет на карте получившиеся зоны охвата.

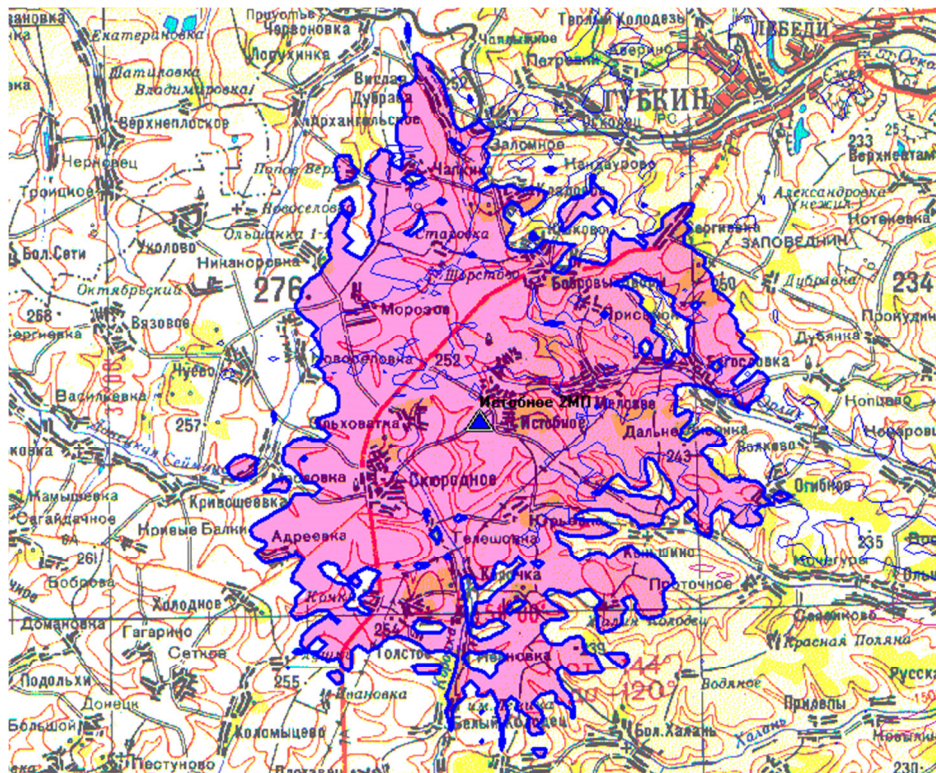


Рисунок 3.5 – Карта зоны охвата передатчиком, расположенным на РТС «Истобное»

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49



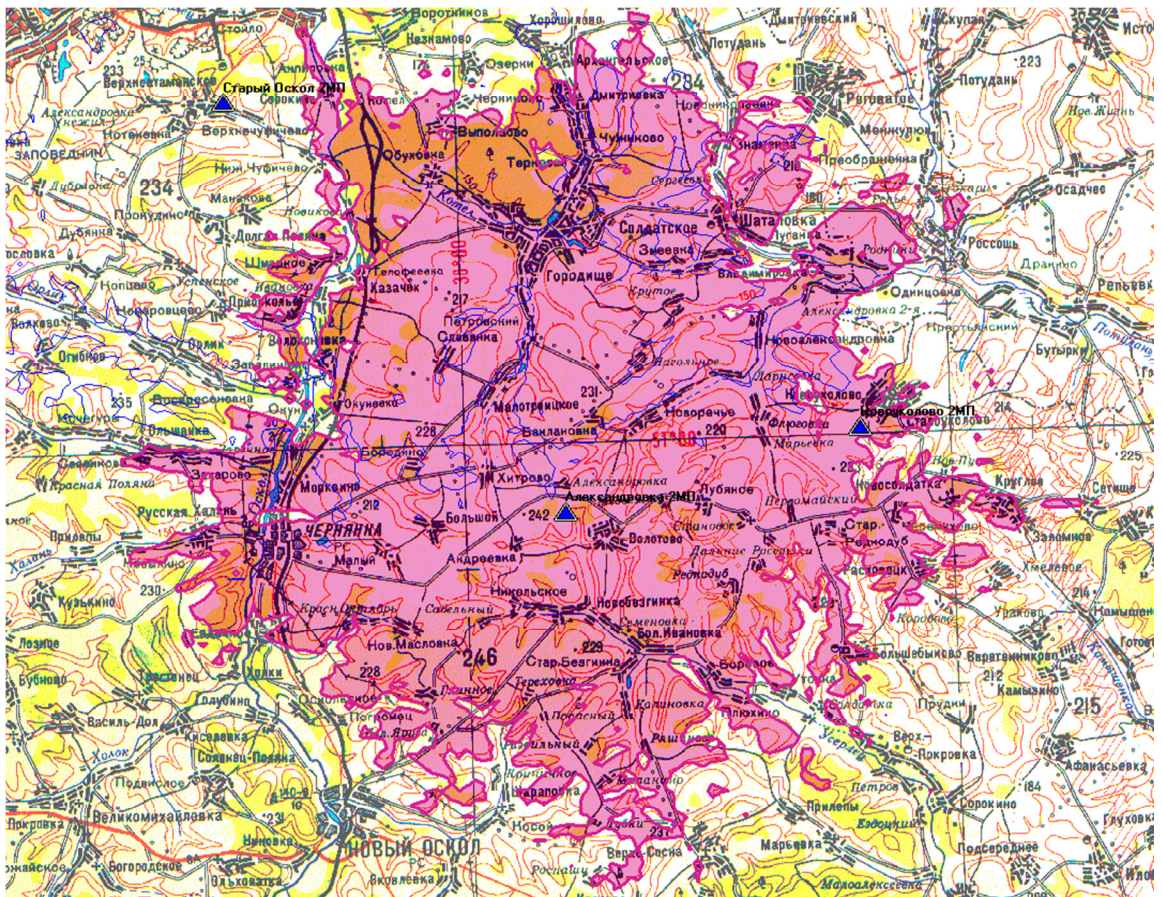


Рисунок 3.6 – Карта зоны охвата передатчиком, расположенным на РТС «Александровка»

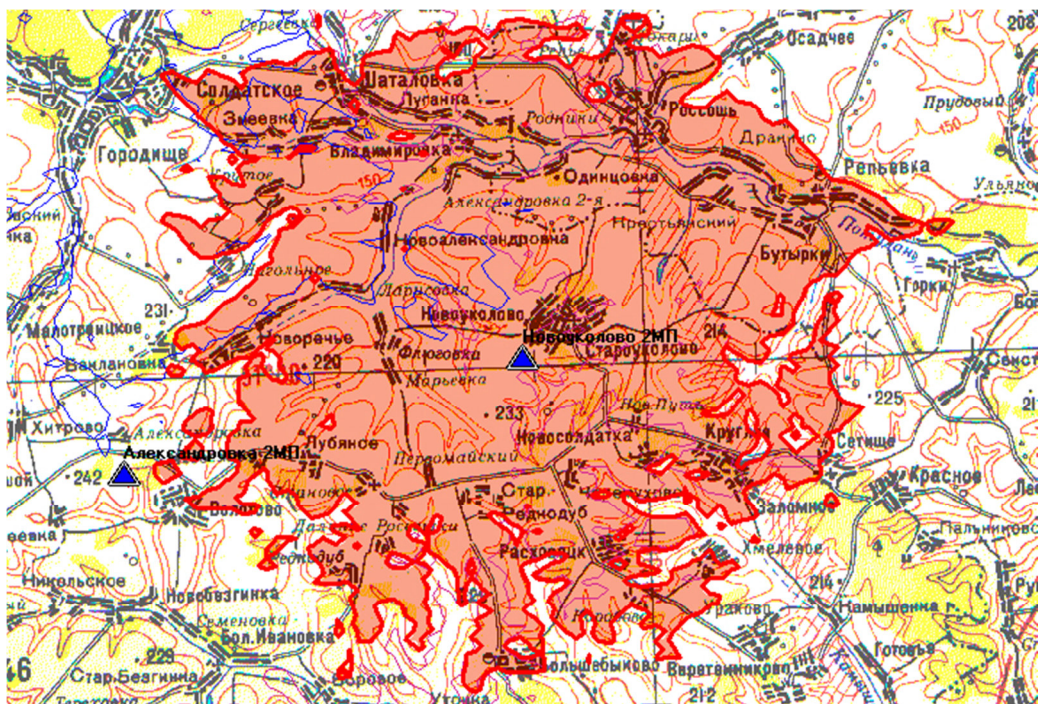




Рисунок 3.7 – Карта зоны охвата передатчиком, расположенным на РТС «Новоуколовое»

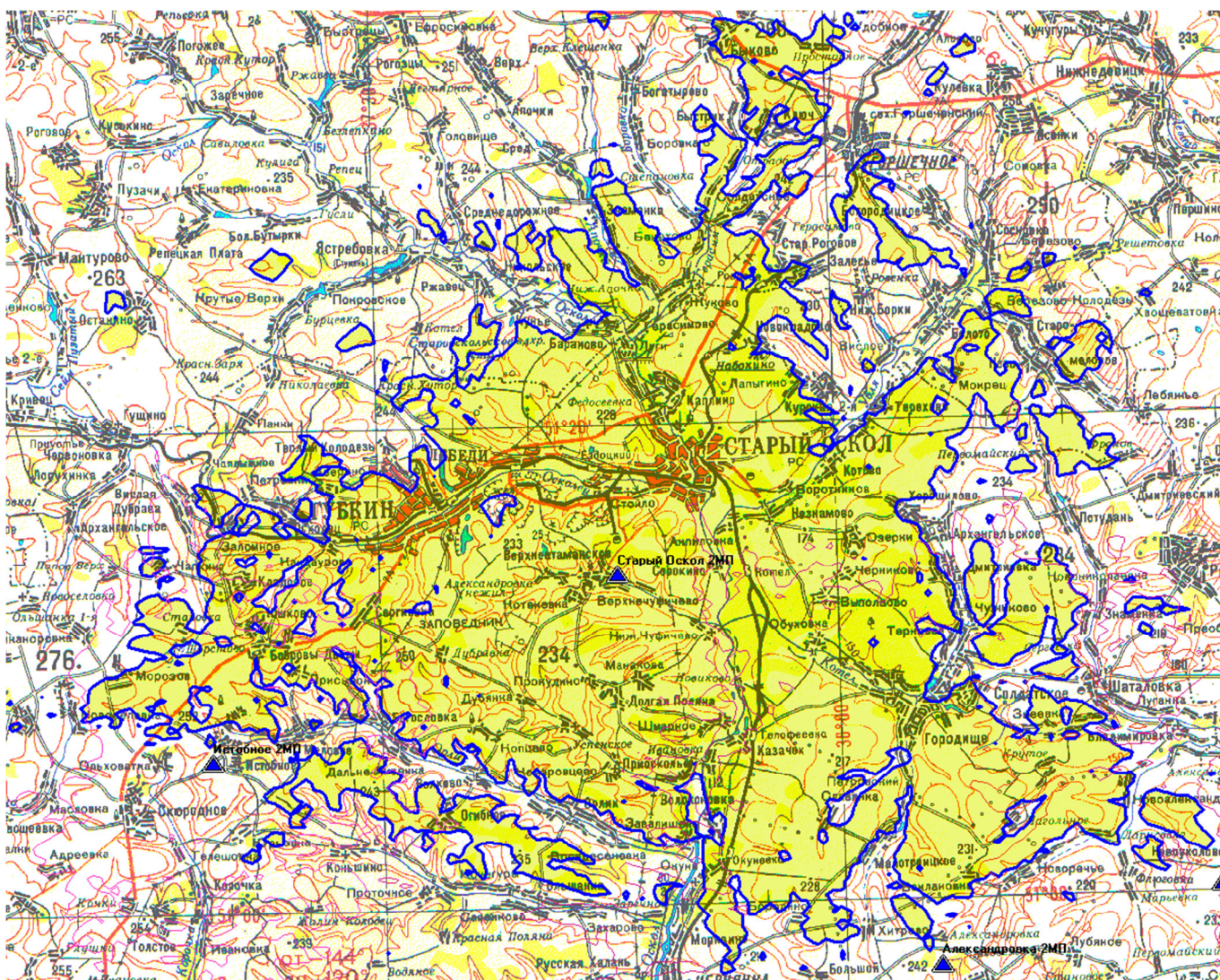


Рисунок 3.8 – Карта зоны охвата передатчиком, расположенным на РТПС «Старый Оскол»



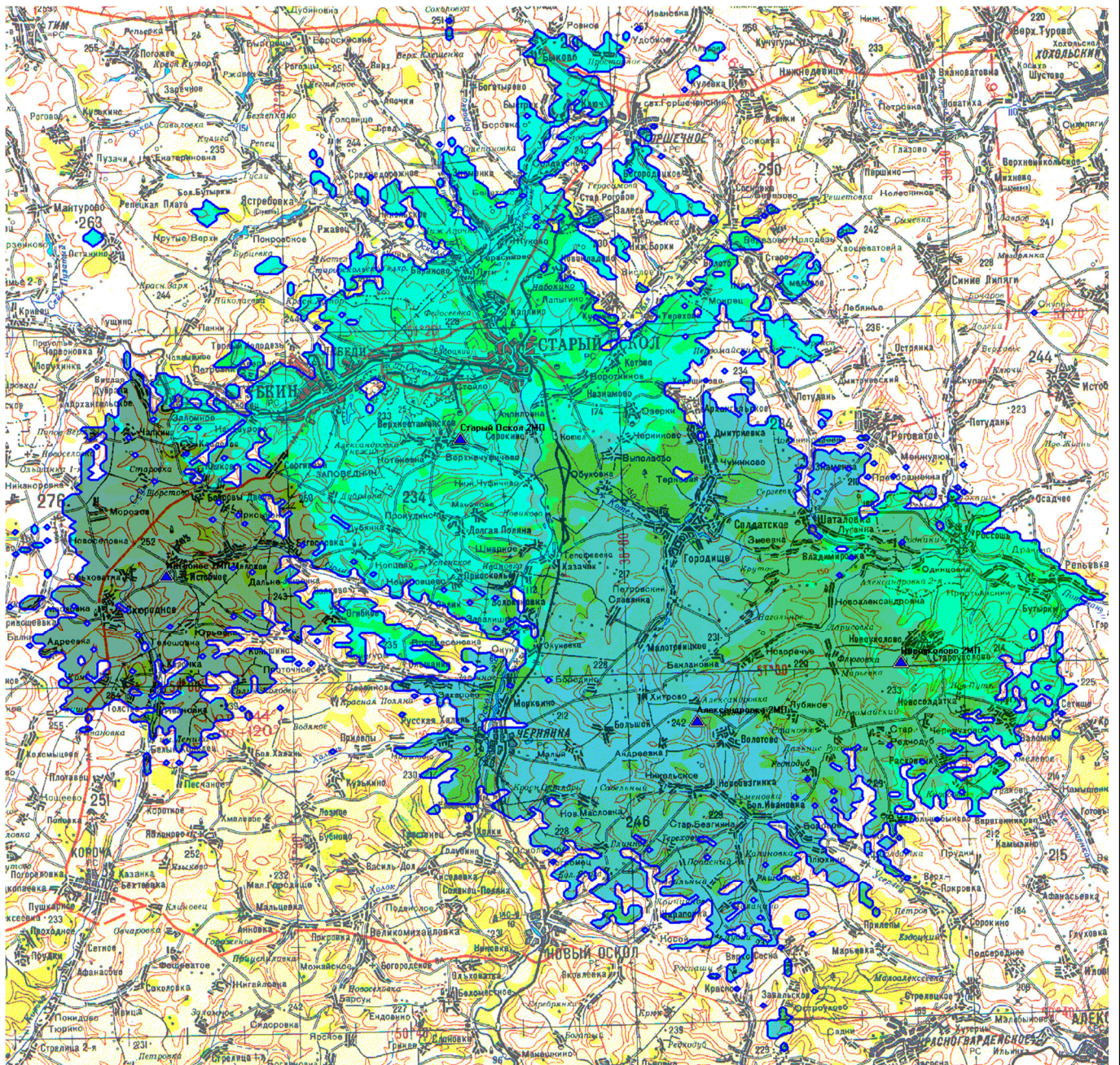


Рисунок 3.9 – Карта зоны охвата передатчиками одночастотной зоны вещания «STARUYI\_OSKOL»

Расчет численности населения, находящегося в зоне обслуживания одночастотной зоны вещания «STARUYI\_OSKOL», показан на рисунке 3.10.



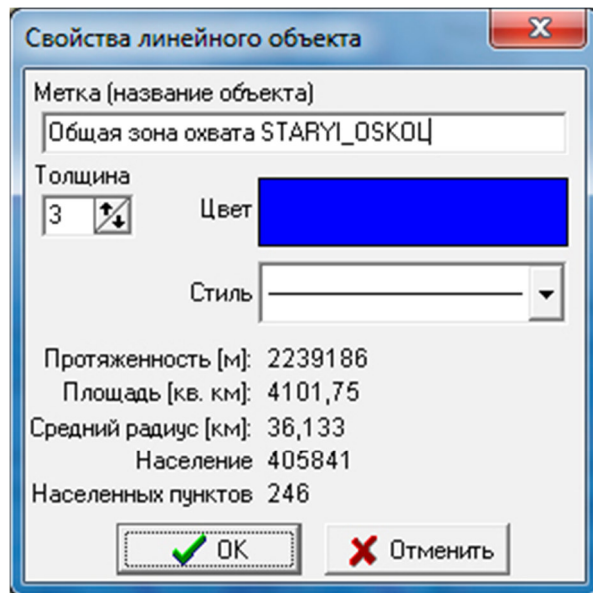


Рисунок 3.10 – Окно с указанием расчёта численности населения в зоне охвата

## 4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Проект дальнейшего развития цифрового наземного телерадиовещания имеет важное значение для общества, в целом для государства, экономической активности, духовного развития населения и общественной безопасности, поэтому для целей реализации данного проекта осуществляется выделение денежных средств из бюджета Российской Федерации. В связи с чем, в качестве основных экономических показателей приведены затраты, необходимые для технической подготовки и перевооружения существующих объектов цифрового эфирного телевидения и расширения цифрового вещания.

Затраты на создание новых, реконструкцию и техническое перевооружение действующих основных средств, называются капитальными вложениями. Расчет таких затрат производится в отношении каждого объекта строительства сети трансляции второго программного мультиплекса. Ориентировочная величина капитальных вложений складывается по каждому объекту вещания в соответствии со следующими пунктами:

- затраты на проектно-изыскательские работы;
- затраты на технологическое оборудование;
- затраты на развитие инженерной инфраструктуры.

Расчет затрат на проектно-изыскательские работы и разработку проектной документации в данной выпускной квалификационной работе не рассматривается, так как величина рассчитываемых затрат определяется на конкурсно-договорной основе. При осуществлении фиксированного приема цифрового эфирного телерадиовещания эти процентные отношения устанавливаются равными 70% для «допустимого» и 95% для «хорошего» приема.

Расчет затрат на развитие инженерной инфраструктуры в данной выпускной квалификационной работе отсутствует в связи с тем, что проект рассчитан на модернизацию уже существующей готовой сети цифрового

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

наземного вещания первого программного мультиплекса, в которой инженерная инфраструктура полностью обеспечивает возможность размещения всего оборудования, предназначенного для трансляции второго программного мультиплекса.

Проектирование сети вещания второго мультиплекса выполнено с использованием показателя вероятности охвата 95% территории Белгородской области.

Расчет стоимости технологического оборудования осуществляется на основании коммерческих предложений, предоставляемых ведущими производителями зарубежного и отечественного рынков технологического оборудования в сфере электросвязи. Также в составе затрат учитываются расходы на транспортировку, строительно-монтажные и пуско-наладочные работы.

Для упрощения эксплуатации сети цифрового эфирного вещания рекомендуется использовать тип оборудования одного производителя.

В рамках реализации проекта цифрового эфирного вещания второго мультиплекса на территории Белгородской области были определены следующие производители телекоммуникационного оборудования:

**Таблица 4.1 – Производители телекоммуникационного оборудования**

№	Оборудование	Производитель
1	Цифровой передатчик	Arelis Broadcast SAS, Франция
2	Устройство сложения сигналов	1) Telmec Broadcasting S.r.l, Италия 2) COM-TECH Italia SpA, Италия
3	Цифровой приёмник ЗССС	Harmonic Inc., США
4	Спутниковая антенна	ОАО «Алмет», Россия
5	Облучатель	ООО «Юниторг», Россия
6	Блок МШУ	NJRC, Япония

Затраты на цифровые передатчики, устройства сложения сигналов, цифровые приёмники земной станции спутниковой связи, спутниковые антенны, облучатели, блоки малошумящих усилителей и дополнительного оборудования рассчитаны на основании коммерческих предложений с учётом расходов на монтажные работы и транспортировку, которые рассчитываются как процент от стоимости передатчика. Транспортные расходы в соответствии с МДС 81 - 35.2004 установлены в размере 6%, расходы на монтаж по сложившейся практике в среднем составляют 20% от стоимости оборудования. Затраты на приобретение и монтаж оборудования сети вещания второго мультиплекса представлены в таблице 4.2.

**Таблица 4.2 – Суммарные затраты на технологическое оборудование, его монтаж и пуско-наладка**

Пункт установки оборудования	ПРД, руб.	УСС, руб.	Ресивер, руб.	ЗССС, руб.	Доп. обор-е, руб.	СМР и ПНР, руб.	Трансп. расходы, руб.	Всего, руб.
Александровка	6 800 000	400 000	85 000	140 000	1 700 000	7 000 000	547 500	16 672 500
Анновка	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Белгород	10 750 000	830 000	85 000	140 000	3 000 000	8 000 000	888 300	23 693 300
Белый Колодезь	700 000	45 000	85 000	140 000	100 000	3 000 000	64 200	4 134 200
Бирюч	4 400 000	260 000	85 000	140 000	1 300 000	6 000 000	371 100	12 556 100
Борисовка	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Вейделевка	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Волоконовка	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Голубинский	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Грайворон	4 400 000	260 000	85 000	140 000	1 300 000	6 000 000	371 100	12 556 100
Екатериновка	700 000	45 000	85 000	140 000	100 000	3 000 000	64 200	4 134 200
Зимовное	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Ивановка	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Ивня	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Истобное	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Кожанов	4 400 000	260 000	85 000	140 000	1 300 000	6 000 000	371 100	12 556 100
Короча	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Леоновка	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Ломово	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800
Муром	950 000	70 000	85 000	140 000	170 000	3 000 000	84 900	4 499 900
Нехотеевка	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700
Новоалександровка	4 400 000	260 000	85 000	140 000	1 300 000	6 000 000	371 100	12 556 100
Новоуколово	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700

**Окончание таблицы 4.2**

Новый Оскол	1 200 000	120 000	85 000	140 000	250 000	4 000 000	107 700	5 902 700	
Ракитное	1 0750 000	830 000	85 000	140 000	3 000 000	8 000 000	888 300	23 693 300	
Рождественка	4 400 000	260 000	85 000	140 000	1 300 000	6 000 000	371 100	12 556 100	
Селиваново	1 0750 000	830 000	85 000	140 000	3 000 000	8 000 000	888 300	23 693 300	
Старая Безгинка	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800	
Стариково	700 000	45 000	85 000	140 000	100 000	3 000 000	64 200	4 134 200	
Старый Оскол	6 800 000	400 000	85 000	140 000	1 700 000	7 000 000	547 500	16 672 500	
Шебекино	950 000	70 000	85 000	140 000	170 000	3 000 000	84 900	4 499 900	
Шкуропатов	1 800 000	185 000	85 000	140 000	320 000	4 000 000	151 800	6 681 800	
<b>ИТОГО, руб.</b>								<b>295 965 600</b>	

Далее следует описание шапки таблицы:

- ПРД – цифровой передатчик стандарта DVB-T2;
- УСС – устройство сложения сигналов;
- Ресивер – цифровой приёмник земной станции спутниковой связи;
- ЗССС – земная станция спутниковой связи в составе: спутниковая антенна, облучатель и блок малошумящего усилителя;
- Доп. обор-е – дополнительное оборудование. В состав дополнительного оборудования могут входить: патч-панели, эквивалент антенны, источники бесперебойного питания, принудительное охлаждение оборудования, направленные ответвители, оборудование GPS/ГЛОНАСС, компоненты высокочастотного тракта, переходники (джамперы) и разъёмы, сплиттеры, элементы крепления оборудования и т.д. в зависимости от сложности построения цифровой передающей станции;
- СМР и ПНР – строительно-монтажные и пуско-наладочные работы.

Таким образом, для реализации выпускной квалификационной работы необходимо израсходовать сумму в размере 295 965 600 руб.

					<b>11070006.11.03.02.752.ПЗВКР</b>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		57

## 5 ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии с действующей системой нормативных правовых актов, содержащих единые нормативные требования по охране труда, данной выпускной квалификационной работой предусмотрено выполнение соответствующих мероприятий для обеспечения безопасных условий труда при строительно-монтажных и эксплуатационных работах на объекте связи. Для обеспечения безопасных условий труда обслуживающего персонала предусмотрены следующие мероприятия:

- проектируемое оборудование размещено с максимально возможным удобством его обслуживания (осмотр, профилактика, мелкий ремонт);
- на проектируемом объекте организовано защитное заземление металлических нетоковедущих частей оборудования и шкафов нормально не находящихся под напряжением, но которые могут оказаться под напряжением в результате аварии в электрических цепях;
- в технических помещениях и в контейнерах-аппаратных организовано искусственное освещение, освещенность помещения удовлетворяет действующим нормативам;
- при прокладке кабелей связи и радиочастотных фидерных линий, проектными решениями учтены минимально допустимые расстояния до силовых кабелей;
- выбор номинальных сечений силовых кабелей;
- для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала предусмотрена защита от прямого и косвенного прикосновения к токоведущим частям оборудования путем установки автоматических устройств защитного отключения, заземления корпусов проектируемого оборудования, а также использования существующих заземленных кабельростов, шкафов и других конструкций.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Для обеспечения охраны труда и безопасных методов работы при проведении работ по монтажу, настройке и эксплуатации объекта должна быть обеспечена техника безопасности в соответствии со следующими документами:

1. Правила по охране труда на радиопредприятиях (ПОТ РО-45-002-94);
2. Инструкция по санитарному содержанию предприятий связи (ОМДР 45.003-94);
3. Правила эксплуатации электроустановок потребителей и правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭП и ПТБ);
4. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства;
5. Правилами техники безопасности при сооружении и эксплуатации радиопредприятий;
6. Заводская техническая документация на оборудование;
7. Безопасное обслуживание оборудования и проведение работ в зданиях и помещениях обеспечивается также выбором освещенности помещений в соответствии со СНиП 23-05-95;
8. Выполнение требований ГОСТ Р 50571.10-96. Заземляющие устройства и защитные проводники.

Сотрудники предприятия, занятые работами по техническому обслуживанию оборудования, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже IV.

Необходимо проводить периодическое обучение персонала правилам и навыкам охраны труда и техники безопасности в специализированных учебных заведениях, вводный и периодический инструктаж по технике безопасности на рабочих местах, а также аттестацию рабочих мест с участием органов санитарно-эпидемиологического надзора. План мероприятий по ТБ и ОТ.

Монтажно-наладочные работы следует начинать только после выполнения мероприятий по технике безопасности.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Проведение таких работ осуществляется с наличием необходимых материалов, инструментов, контрольно-измерительной аппаратуры, запасных частей, технического транспорта и прочим.

При выполнении работ необходимо:

- руководствоваться разделами по технике безопасности технической документации предприятий-изготовителей, ведомственными указаниями по технике безопасности при монтаже и наладке приборов контроля и средств автоматизации;
- допускать к работе лиц, прошедших инструктаж по технике безопасности;
- проводить работу с техническими средствами системы необходимо с соблюдением ПУЭ;
- при работе на высоте использовать только приставные лестницы или стремянки. Применение подручных средств категорически запрещается;
- при работе с ручными электроинструментами соблюдать требования ГОСТ 12.2.013 87.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы рассмотрена техническая возможность обеспечения населения Белгородской области цифровым эфирным телевизионным вещанием второго программного мультиплекса на базе существующей сети цифрового вещания с использованием общего антенно-фидерного тракта на каждой радиотелевизионной станции.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы была решена задача обеспечения населения Белгородской области цифровым эфирным телевизионным вещанием второго программного мультиплекса. Для этой цели необходима модернизация существующей сети цифрового вещания посредством установки устройств сложения сигналов первого и второго мультиплексов.

Для упрощения эксплуатации сети цифрового эфирного вещания, формирования объёма запасных изделий и приборов, а также подготовки специалистов для квалифицированного обслуживания оборудования в данной выпускной квалификационной работе было принято решение использовать типы оборудования одного производителя.

Согласно результатам расчёта зон обслуживания цифровых передатчиков обеспечивается необходимый уровень напряженности электромагнитного поля для обеспечения уверенного приёма сигналов второго программного мультиплекса на 98 % территории Белгородской области.

Данный проект развития цифрового наземного телерадиовещания имеет важное значение для общества, в целом для государства, экономической активности, духовного развития населения и общественной безопасности и, соответственно, не предусматривает получение коммерческой выгоды. Затраты на закупку и монтаж технологического оборудования, необходимые для реализации настоящего проекта, составляют 295 965 600 рублей. Данные

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

затраты не учитывают стоимость проектно-изыскательских работ, так как их стоимость определяется на конкурсно-договорной основе.

Внедрение данного проекта позволит достичь выполнения одной из главных целей Федеральной целевой программы «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009 – 2018 годы» – устранить «информационное неравенство» между жителями городов и сельской местности.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральная целевая программа «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2018 годы», утв. Постановлением Правительства РФ № 985 от 03 декабря 2009 года;
2. Общая информация о Белгородской области [Электронный ресурс] / Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Белгородская\\_область](https://ru.wikipedia.org/wiki/Белгородская_область), дата обращения 09.11.2016 г.;
3. Общая информация о филиале РТРС «Белгородский ОРТПЦ» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://belgorod.rtrs.ru/prof/rtrs-region/about/>, дата обращения 14.12.2016 г.;
4. М. Локшин. Основы планирования наземных сетей телевизионного и ОВЧ-ЧМ-вещания. Зоны обслуживания радиостанций. «Broadcasting», 2006 г., № 4, с. 28-33;
5. Михайлов В.Ф., Мошкин В.Н., Брагин И.В. Космические системы связи. Санкт-Петербург: ГУАП, 2006., с. 35-41;
6. Мазор Ю.Л., Мачусский Е.А., Правда В.И. Космическая радиосвязь. Радиотехника. Энциклопедия. ИД «Додэка-XXI», 2002 с. 166-174;
7. Системный проект «Сеть цифрового наземного вещания на территории Белгородской области (первый частотный мультиплекс)». Том 1. Пояснительная записка. ООО «Телеком-проект-5», 2010 г.;
8. Методика определения зоны обслуживания одиночной передающей станции наземного цифрового ТВ-вещания стандарта DVB-T, Москва, ФГУП «Научно-исследовательский институт радио», 2012 год. Утверждена решением ГКРЧ от 16.03.2012 №12-14-09;
9. Системный проект «Сеть цифрового наземного вещания на территории Белгородской области (второй частотный мультиплекс)». Том 1. Пояснительная записка, 2010 г.;
10. Описание и инструкция по эксплуатации пакета программ «Проектирование и анализ радиосетей», ООО «НПФ «ЯР», г. Ярославль,

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2009 г.;

11. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Утверждены постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ от 10 апреля 2003 г. N 38;

12. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов». Утверждены постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ от 9 июня 2003 г. N 135;

13. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях». Утверждены постановлением Главного Государственного санитарного врача РФ от 19 февраля 2003 №10.

					11070006.11.03.02.752.ПЗВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		