

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**

**МОДЕРНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ВИДЕОКОНФЕРЕН-
ЦСВЯЗИ ДЛЯ МЕСТ
АВАРИЙНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ОАО «РЖД»**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные тех-
нологии и системы связи
заочной формы обучения, группы 07001364
Мариничева Игоря Руслановича

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

Рецензент
Старший электромеханик
радиосвязи Белгородского
регионального центра связи
ОАО «РЖД»
Попов С.А.

БЕЛГОРОД 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ.....	6
1.1 Видеоконференцсвязь.....	6
1.2 Типы видеоконференцсвязи.....	10
1.3 Спутниковая связь на железнодорожном транспорте.....	14
1.4 Системы спутниковой связи на железнодорожном транспорте.....	16
1.5 Постановка задачи на проектирование.....	18
2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МКВКС.....	19
2.1 Мобильный комплекс видеоконференцсвязи системы Inmarsat BGAN	19
2.2 Шлем для дистанционной интерактивной передачи видеоинформации через систему ВКС в составе мобильного комплекса.....	25
2.3 Использование системы в реальных условиях.....	28
3 РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЕ. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.....	31
3.1 Требования к проектируемой системе.....	31
3.2 Технология Wi-Fi.....	32
3.3 Технология WiMAX.....	39
3.4 Обоснование выбора технологии Wi-Fi.....	43
4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМ. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.....	44
4.1 Разработка структурной схемы.....	44
4.2 Выбор оборудования и построение функциональной схемы.....	45

					1 1070006.11.03.02.745.ПЗВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		<i>Мариничев И.Р.</i>			Модернизация мобильного комплек- са видеоконференцсвязи для мест аварийно-восстановительных работ ОАО «РЖД»	Лит.	Лист	Листов
Провер.		<i>Сидоренко И.А.</i>					2	79
Рецензент		<i>Попов С.А.</i>				<i>НИУ «БелГУ», гр.07001364</i>		
Н. контр.		<i>Сидоренко И.А.</i>						
Утв.		<i>Жилияков Е.Г.</i>						

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	58
5.1 Расчет капитальных вложений на приобретение оборудования.....	58
5.2 Материальные затраты.....	59
5.3 Амортизационные отчисления	60
5.4 Экономия компании ОАО «РЖД».....	60
5.5 Выводы по разделу.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

ОАО «РЖД» является крупной компанией, которая осуществляет железнодорожные перевозки. Одной из главных задач является обеспечение безопасности движения поездов. К безопасности движения поездов относится комплекс организационно-технических мер, направленных на снижение вероятности возникновения фактов угрозы жизни и здоровью пассажиров, сохранности перевозимых грузов, сохранности объектов инфраструктуры и подвижного состава железнодорожного транспорта, экологической безопасности окружающей среды. Безопасность движения является основным условием для обеспечения бесперебойной работы железных дорог. Крушения, аварии и другие браки в безопасности движения приводят к повреждениям инфраструктуры и подвижного состава, утрате перевозимых грузов, травмированию людей. Причиной аварии может стать как человеческий фактор, так и неисправность технических средств.

Если же аварийная ситуация возникла, то с местом аварии необходимо установить связь. Эта связь позволяет докладывать о течении аварийно-восстановительных работ, дает возможность связаться с медиками для оказания первой помощи, если есть пострадавшие, а также для получения дальнейших указаний при ликвидации аварии.

Для соединения руководства с местом аварийно-восстановительных работ (МABP) используются мобильные комплексы видео-конференц-связи (МКВКС). Эти комплексы дают возможность организовать видео-конференц-связь, телефонную связь, передать данные, провести репортаж, обеспечить доступ к ресурсам выделенной сети ОАО «РЖД» по спутниковым каналам Inmarsat и VSAT. Видео-конференц-связь необходима для оперативного принятия решений в чрезвычайных ситуациях. Качество связи играет важнейшую роль в устранении последствий аварии, решения принимаются руководством, которое

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

находиться в тысячах километров от мест происшествия. От этого может зависеть не только жизни пострадавших, но и работников компании ОАО «РЖД»

Целью выпускной квалификационной работы является повышение эффективности управления процессом устранения последствий аварий в компании ОАО «РЖД» на основе модернизации существующей системы МКВКС Inmarsat BGAN.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ

1.1 Видео-конференц-связь

Видео-конференц-связь (ВКС) – это телекоммуникационная технология интерактивного взаимодействия двух и более удаленных абонентов, при которой между ними возможен обмен аудио- и видеоинформацией в реальном масштабе времени с учетом передачи управляющих данных [1].

Система видеоконференцсвязи состоит из терминала (от обычных ПК до систем телеприсутствия), сервера ВКС (отвечает за проведение групповых сеансов видеоконференцсвязи), периферийного оборудования (камеры, микрофоны, микшеры, системы эхоподавления и прочее) и инфраструктуры (обработка видео, передача контента, интеграция с внешними решениями).

Системы ВКС можно разделять по следующим критериям:

По варианту реализации.

Аппаратные – готовые интегрированные решения, требующие, как максимум, подключение устройств ввода-вывода и осуществляющие обработку сигнала собственными силами. Это решения для видеоконференцсвязи с уже установленным программным обеспечением на основе специализированного оборудования. Такое решение изначально готово к использованию, что называется «из коробки». Это могут быть как видеотелефоны, так и разнообразные групповые ВКС системы, включая системы телеприсутствия. Они состоят из похожих компонентов. К инфраструктуре относятся сервер ВКС и различные вспомогательные модули.

К терминалу относятся:

а) кодек, аппаратный модуль для кодирования-декодирования медиа трафика;

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

б) средство отображения (встроенный в терминал монитор или внешние ЖК-экраны);

в) средство воспроизведения звука (встроенные в систему динамики, спикерфоны, выход на внешние системы звукоусиления);

г) средство захвата звука (микрофоны, спикерфоны и вход для конгресс-систем);

д) средство захвата видео (одна или несколько PTZ-камер, веб-камеры, либо встроенная камера);

е) средство захвата контента (DVI/VGA вход на кодеке, документальные камеры, возможность чтения файлов с флеш-карты).

Программные – предназначены для установки на определённых платформах (например, PC и/или Mac и пр.) и использует мощности аппаратных решений других производителей. Программные аналоги намного проще в реализации и использовании. Они представляют собой программное обеспечение для видеоконференцсвязи, которое устанавливается на компьютер или мобильное устройство, выступающее в роли терминала ВКС или даже сервера ВКС. Для захвата и воспроизведения медиаданных используется встроенное либо внешнее оборудование: камера, микрофон, гарнитура, динамики, экран ноутбука, а также различное USB/PCI-X периферийное оборудования, включая PTZ-камеры, карты захвата, спикерфоны. Ассортимент периферийных решений для ПК значительно шире и богаче, чем у аппаратных систем. Программные решения легко масштабируются, они просты в установке и настройке, а все дополнительные функциональные возможности обычно уже интегрированы в них, в отличие от аппаратных. В качестве терминала ВКС может выступать как обычный компьютер, так и смартфон, ведь кроссплатформенность – еще одно преимущество таких решений.

Программно-аппаратные – чаще всего данная категория представлена софт-клиентами средней толщины, умеющими осуществлять декодирование сигнала с использованием ресурсов аппаратной хост-системы, но требующими

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

регистрации на удалённом аппаратном сервере и непрерывного взаимодействия с ним. Они устанавливаются на компьютер, оснащённый веб-камерой и головной гарнитурой, совместимо с аппаратными решениями видеоконференцсвязи различных производителей (благодаря использованию открытых стандартов SIP и H.323).

По количеству участников в одной точке.

Персональные (индивидуальные) – рассчитаны, как правило, на одного пользователя: камеры с фиксированными фокусом и положением, интегрированные микрофоны; обеспечивают возможность индивидуального видеобщения пользователя в режиме реального времени, не покидая своего рабочего места. Конструктивно индивидуальные системы обычно выполняются в виде настольных терминалов либо в виде программных решений.

Групповые – имеют больше возможностей для охвата группы участников: поворотные камеры с управляемым фокусом, большими светосилой и разрешением (вплоть до 1080p – FullHD), внешние микрофоны, предназначены для проведения групповых сеансов видеоконференцсвязи в переговорных (совещательных) комнатах. Групповая система способна превратить помещение любого размера в видео-конференц-студию для проведения интерактивных совещаний. К групповым системам относятся приставки видео-конференц-связи (set-top) стандартного разрешения и с поддержкой высокой чёткости (High Definition). К этой же категории относятся и системы класса TelePresence (телеприсутствие), которые предоставляют собой комплекс средств, обеспечивающий максимальный эффект присутствия удалённых собеседников в одной комнате.

По месту применения.

Общего пользования – абсолютное большинство производимых систем, которым не предъявляется специфических требований по защищённости, функционированию и т.п.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Специализированные (отраслевые) – предназначены для работы в определённой отрасли/среде и имеющие соответствующие исполнения.

По степени мобильности.

Стационарные – предназначены для фиксированной установки в одном месте.

Мобильные – решения могут быть установлены на мобильной стойке или в переносном чехле/кейсе. Это компактные переносные системы видеоконференцсвязи для использования в удалённых районах и экстремальных условиях. Мобильные системы позволяют за короткое время организовать сеанс видеоконференцсвязи в нестандартных условиях. Данные системы обычно используются государственными органами, принимающими оперативные решения (военные, спасатели, врачи, службы экстренного реагирования). Типичный пример использования мобильных систем – организация ситуационного центра.

Ситуационные/диспетчерские центры или комнаты предназначены для лиц, принимающих решения и могут быть использованы в различных областях деятельности. В общем случае ситуационный центр состоит из ситуационной комнаты, оснащенной всеми коммуникациями, включая средства видеоконференцсвязи или телеприсутствия и диспетчерского центра, осуществляющего сбор, анализ и подготовку информации для передачи в ситуационную комнату для принятия решения. Также диспетчерская ситуационной комнаты, обеспечивает связь ситуационной комнаты с внешним миром.

По степени участия пользователя.

Системы видеоконференцсвязи – собственно, системы, предназначенные для передачи и приёма аудио- и видеоинформации (согласно приведённому выше определению).

Системы телеприсутствия (telepresence/immersive) – технология проведения сеансов видео-конференц-связи, обеспечивающая максимально возможный эффект присутствия. Создается ощущение погружения в разговор на расстоянии, так если бы собеседники присутствовали в одной переговорной комнате.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Собеседники отображаются в натуральную величину и создаётся так называемый «эффект присутствия». Происходит передача малейших эмоциональных проявлений собеседника — мимика, жесты, позы и зрительный контакт; существенное сокращение расходов на командировки и времени для мультинациональных компаний и холдингов.

1.2 Типы видеоконференцсвязи

В современной видеоконференцсвязи различают несколько вариантов ее организации. К ним относится двухточечная, многоточечная ВКС и потоковое вещание. В первом случае речь идет о двух собеседниках, которые напрямую общаются между собой посредством видеосвязи. Вариант двухточечной организации ВКС показан на рисунке 1.1.

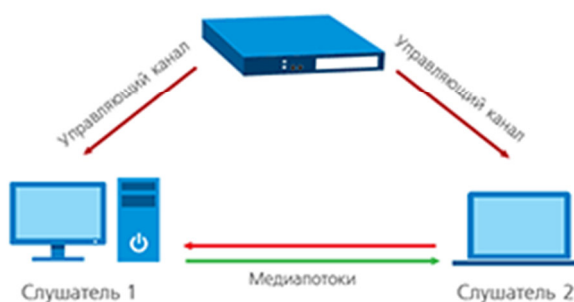


Рисунок 1.1 – Схема двухточечной организации ВКС

Если количество участников такой встречи больше, то приходится говорить уже о многоточечной видеоконференции. В каждом из этих двух случаев собеседники могут интерактивно взаимодействовать между собой, например, обмениваться сообщениями или демонстрировать документы. Однако наряду с этим существует также тип развертывания видеоконференции, позволяющий подключаться к видеомероприятию без возможности принимать активное участие в нем. Этот подход реализован в потоковом вещании. Он предусматривает трансляцию видеовстречи в режиме реального времени или в записанном виде

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

на сайт в Интернете, где за трансляцией могут следить все желающие или зарегистрированные пользователи.

Двухточечная организация ВКС или видеоконференция 1-на-1.

В таком случае организации участвуют два абонента, оба видят и слышат друг друга одновременно. Во время любого сеанса видеоконференции могут использоваться различные инструменты для совместной работы, такие как обмен текстовыми сообщениями, файлами, презентациями и прочими медиаданными.

Многоточечная организация ВКС может быть нескольких вариантов.

Симметричная видеоконференция. Она же видеоконференция с постоянным присутствием. Так называют сеанс видеоконференции, в котором участвуют более 2 человек и все участники видят и слышат друг друга одновременно. Видеоконференция подразумевает полнодуплексное общение. Групповая видеоконференция подходит для встреч, где требуется максимальная вовлеченность каждого участника. Схема симметричной видеоконференцсвязи представлена на рисунке 1.2.

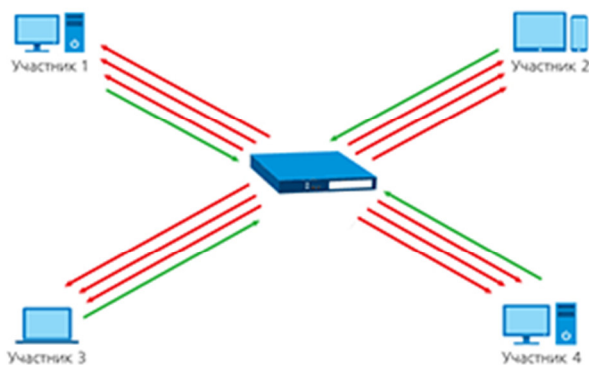


Рисунок 1.2 – Схема организации симметричной ВКС

Видеоконференция с активацией по голосу.

Название такого режима пошло от английского обозначения Voice Activated Switching (VAS). Эта видеоконференция предполагает следующий формат общения: все участники сеанса слышат и видят на своих экранах только участника, который говорит в данный момент, в то время как он сам видит себя

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

либо предыдущего оратора. Сутью данного варианта является следующее: сервер ВКС отслеживает голосовую активность абонентов и переключает транслируемое всем участникам изображение на говорящего. У данного режима есть существенные недостатки, например, ложные срабатывания на шум, кашель или звонок мобильного телефона. Схема организации ВКС с активацией по голосу представлена на рисунке 1.3.

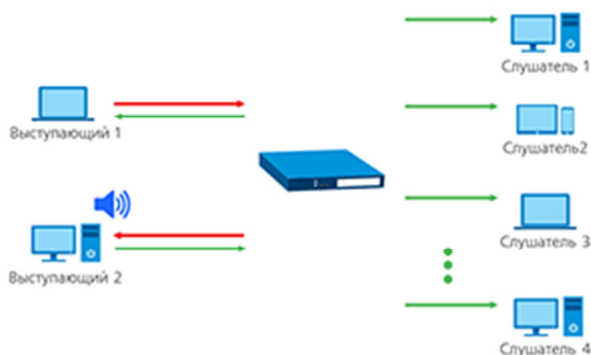


Рисунок 1.3 – Схема организации ВКС с активацией по голосу

К преимуществам использования видеоконференцсвязи относят:

Экономия времени. Использование видеоконференцсвязи позволяет проводить встречи с удалёнными коллегами “на лету” прямо со своего рабочего места или из переговорной комнаты. Нет потерь времени на переезды, командировки и сбор участников, не говоря уже о множестве расходов.

Простота использования. Для того, чтобы организовать видео-конференцсвязь, достаточно пригласить в видеоконференцию своих коллег и начать мероприятие в тот же момент, либо выбрать время его начала при планировании встречи. Во втором случае ВКС система ещё и напомнит о назначенной встрече. Не стоит забывать и о том, что в эпоху Skype интерфейс систем ВКС очень прост, понятен и не требует времени на обучение сотрудников.

Масштабируемость. Количество участников ограничено только возможностями ВКС инфраструктуры: собеседник может быть один, их может быть несколько десятков или даже тысяч.

Реалистичность. В отличие от телефонного разговора, видео-конференц-связь подразумевает визуальный контакт, возможность «прочитать» эмоции собеседника, увидеть его артикуляцию. Помимо этого, ВКС системы не позволяют во время общения отвлекаться на сторонние дела и полноценно фокусируют внимание собеседника на общении, как во время реальной встречи.

Помимо передачи аудио- и видео трафика, системы видеоконференцсвязи могут быть оснащены дополнительными возможностями. К таким возможностям, которые встречаются чаще всего и положительно сказываются на эффективности совместной работы, можно отнести:

Интеграция с телефонией и IP-АТС.

В настоящее время многие производители предусматривают возможность интеграции системы видеоконференцсвязи с IP-АТС, через которую появляется выход и на стационарную телефонию. То есть, звонить на обычные городские/мобильные номера можно прямо из клиентского приложения для видеоконференций. Кроме того, можно приглашать их в групповые конференции. Конечно, такие абоненты не увидят участников видеоконференции, зато они смогут полноценно участвовать в режиме аудио.

Связь с ВКС-терминалами сторонних производителей.

Возможность обмена данными с терминалами видеоконференцсвязи сторонних производителей, позволит приглашать их в конференции, созданные в рамках текущей системы. Для обмена данными между терминалами чаще всего используют протоколы H.323 и SIP.

Интеграция с H.323/SIP-устройствами позволит:

- а) приглашать в конференцию терминалы сторонних производителей;
- б) объединить пользователей нескольких систем коммуникаций в одной видеоконференции.

Автоматическая авторизация. Пользователям, находящимся в рамках корпоративного домена, не нужно проходить процедуру авторизации вручную. ВКС-сервер самостоятельно связывается с LDAP сервером и запрашивает дан-

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ные о пользователях. Получив подтверждение о наличии такого пользователя в LDAP, сервер автоматически авторизует его.

Удобство администрирования. Администратор ВКС-сервера освобождается от обязанности постоянного обновления данных о пользователях (переименование, отправка забытых паролей, добавление/удаление пользователей и т.д.).

Автоматическая синхронизация информации. ВКС-сервер постоянно связывается с LDAP сервером и автоматически синхронизируется с ним, самостоятельно вносит все поступающие изменения и обновляется.

Построение системы объединенных коммуникаций.

Объединенные коммуникации (от англ. Unified Communications) - это технология, представляющая собой интеграцию услуг реального времени таких как: мгновенные сообщения (чат), информация о присутствии (presence), телефония (включая IP-телефонию), видеоконференция, совместная работа над документами, управление вызовами и распознаванием речи с унифицированными почтовыми системами (голосовая почта, электронная почта, SMS и факс).

1.3 Спутниковая связь на железнодорожном транспорте

Механизм действия связи через спутник для железнодорожного транспорта аналогичен принципам его работы в воздухе, на суше и на воде. Спутник, запущенный в космос, принимает сигнал с наземных источников и передает его на станции приема важных сигналов и сообщений, откуда они рассылаются по всем железнодорожным объектам. Точно также происходит передача сигналов между поездами, вне зависимости от их реального месторасположения и скорости движения. Особая функция спутниковой связи для транспорта – это передача аварийного сигнала или позыва о помощи. На сети железных дорог в режиме

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

постоянной готовности находятся больше 300 пожарных и спасательных поездов. [3]

Спутниковая связь на железнодорожном транспорте необходима многим структурам железнодорожной системы сообщения – от машинистов поездов до диспетчеров и служб спасения. Установка систем связи через спутник необходима на пожарных, аварийных, спасательных, пассажирских, специальных и грузовых поездах. Местонахождение составов, время пути, соблюдение скоростного режима, целевое использование средств и многое другое, в режиме реального времени, может отследить менеджер и руководитель, воспользовавшись полученными достоверными данными с наибольшей эффективностью. Космические технологии на службе железнодорожного транспорта помогут вывести перевозки на новый высокоэффективный и максимально безопасный уровень.

Преимущества спутниковой связи на железнодорожном транспорте.

Спутниковая связь для железнодорожного транспорта ведет к повышению эффективности работы железнодорожников. Современные спутниковые технологии разрешают максимально оптимизировать процесс перевозки, также они позволяют пользоваться парком подвижного состава с предельной отдачей и продуктивностью. К числу подобных технологий относится мониторинг транспорта через спутник, возможности диспетчерского спутникового управления и сообщения между водителями железнодорожного транспорта.

Спутниковая навигация важна для обеспечения безопасности движения и управления поездами. Зная точное местонахождение объекта, можно оперативно распределять аварийные и спасательные бригады, вызывать и направлять отряды гражданской обороны и подразделения специальных служб.

Недостатки спутниковой связи на железнодорожном транспорте.

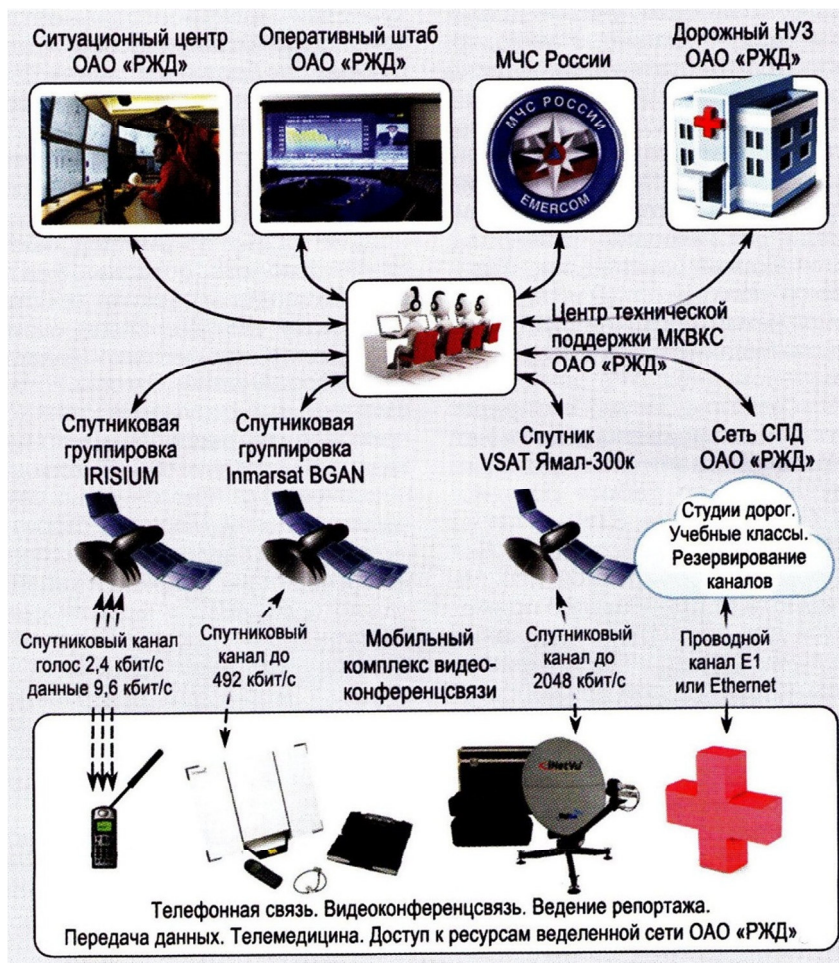
При выборе средств спутникового сообщения важно учитывать некоторые критерии, присутствие которых может омрачить эксплуатацию приборов. К ним относится эргономичный внешний вид и адекватное пользовательское

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

мену, дающее информацию в доступном и удобном виде. Устройство должно быть устойчиво к агрессивным факторам окружающей среды, что немаловажно в условиях дороги и движения. В поиске оператора спутниковой связи и приемлемых тарифов следует обращать внимание на детальную стоимость услуги и пакетные расценки, а также зону обеспечения связью со спутника. Несоблюдение этих условий может стать существенным недостатком для космической связи на железнодорожном транспорте.

1.4 Системы спутниковой связи на железнодорожном транспорте

На ОАО «РЖД» применяются две спутниковые системы связи. Одна из которых является российской – это сеть VSAT, а другая является зарубежной – сеть Inmarsat BGAN. Схема организации видеоконференцсвязи с использованием МКВКС показана на рисунке 1.5.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.745.ПЗВКР

Рисунок 1.5 – Схема организации видеоконференцсвязи с использованием МКВКС

Inmarsat – глобальная система спутниковой связи, услугами которой пользуются сотни тысяч абонентов по всему миру. Она обеспечивает телефонию и передачу данных с помощью стационарных или мобильных терминалов, которые взаимодействуют с наземными станциями через 11 геостационарных телекоммуникационных спутников. Зона покрытия спутниковой группировки Inmarsat BGAN показана на рисунке 1.6.

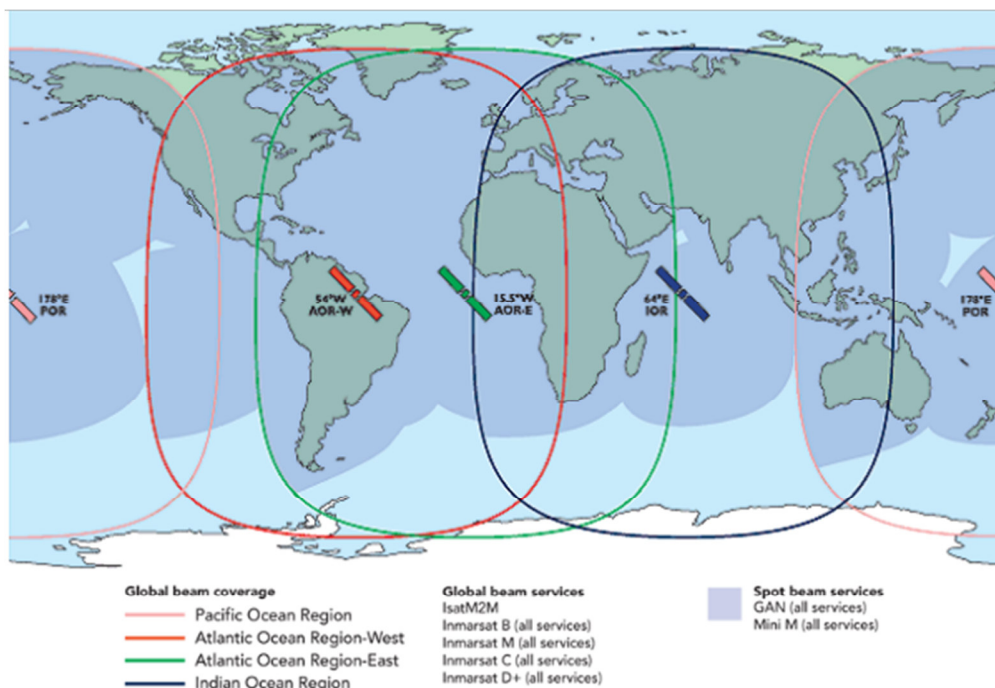


Рисунок 1.6 – Зона покрытия спутниковой группировки Inmarsat

Сеть Inmarsat предоставляет услуги связи государственным организациям, службам по оказанию помощи при стихийных бедствиях, средствам массовой информации, предприятиям, работающим в труднодоступных районах или в местах, где нет надежных наземных сетей. [4]

Спутниковая связь VSAT – эта технология дает возможность реализовать широкополосную и независимую от конкретного местоположения телекоммуникационную альтернативу основным наземным каналам связи для обеспечения непрерывности ведения бизнеса или восстановления после катастроф. По-

этому применение спутниковых каналов связи в том числе и в качестве резервных позволяет на практике реализовать решения для надежной защиты сетей государственных структур, корпоративных сетей, магистральных сетей и сетей доступа операторов связи от рисков потери связи через основные наземные каналы связи или для быстрого развертывания в случае преодоления последствий катастроф. На данный момент компания «РЖД» на юго-восточной железной дороге систему VSAT использует в качестве учебных проверок несколько раз в год, а для чрезвычайных ситуаций использует сеть Inmarsat.

1.4 Постановка задачи на проектирование

Целью выпускной квалификационной работы является модернизация системы и повышение эффективности управления процессом устранения последствий аварий в компании ОАО «РЖД» за счет повышения надежности (выражается в повышении помехоустойчивости), увеличение дальности передачи видеоинформации, передаваемой МКВКС Inmarsat BGAN с места аварии в ситуационные центры «РЖД». Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Анализ недостатков существующей системы мобильного комплекса видеоконференцсвязи (МКВКС);
- Разработка требований к модернизированной системе МКВКС;
- Разработка структурной схемы системы передачи видеоинформации;
- Анализ и выбор технологий передачи видеоданных по радиоканалу;
- Разработка функциональной схемы подсистемы передачи видеоинформации от оператора шлема на видеокодек Tandberg Tactical MXP;
- Выбор состава и типа оборудования;
- Технико-экономическое обоснование проекта.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МКВКС

2.1 Мобильный комплекс видеоконференцсвязи системы Inmarsat BGAN

В данный момент на ОАО «РЖД» для организации спутниковой связи используется мобильный комплекс видеоконференцсвязи (МКВКС).

Он предназначен для организации сеансов ВКС, доступа к сети интернет и ресурсам выделенной сети ОАО «РЖД» по спутниковым каналам связи Inmarsat BGAN с мест аварийно-восстановительных работ.

Комплекс поставляется в виде транспортировочных кейсов пыле-влажностоустойчивого исполнения. Кейсы МКВКС показаны на рисунке 3.1.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.1 – Кейсы мобильного комплекса ВКС.

Этот комплекс состоит из двух кейсов:

В большем по размеру кейсе размещены элементы спутниковой станции Explorer-700. В состав этого кейса входит:

- а) отделяемый антенный модуль;
- б) антенный кабель 40 см., 10 метров, 30 метров;
- в) термочехол для антенного модуля с блоком питания и электрическим кабелем в комплекте;
- г) крепеж для стационарного наружного монтажа антенного модуля;
- д) модем спутниковой станции с двумя штатными аккумуляторными батареями, основной и запасной;
- е) телефонная трубка 2-х проводная полевого исполнения Explorer с крепежным крэдом и телефонным шнуром;
- ж) универсальный адаптер питания от бортовой сети 12В;
- з) ноутбук мультимедийный полевого исполнения Panasonic CF-52 в комплекте с основной и резервной аккумуляторными батареями внешней веб-камерой Logitech HD Webcam C270;
- и) штатный комплект соединительных интерфейсных кабелей к станции Explorer-700;

к) источник Бесперебойного Питания (ИБП) CyberPower BR850 ELCD.
Спутниковый модем Explorer-700 производства Thrane&Thrane, который показан на рисунке 3.2.



Рисунок 2.2 – Спутниковый терминал Explorer-700

Терминал Explorer-700 обеспечивает более высокую скорость передачи данных и возможность работы нескольких пользователей одновременно через точку доступа Wi-Fi. Технические данные представлены ниже [7]:

- а) встроенный web-сервер;
- б) максимальная скорость передачи данных 492 кбит/с;
- в) ЖКИ дисплей;
- г) передача IP-потокa на скоростях 32, 64, 128, 256 Кбит/с;
- д) ISDN: связь 64 кбит/с, при связи 2-х Exp700 кабелем – 128 кбит/с;
- е) стандартные интерфейсы LAN (Ethernet), mini USB, Bluetooth (класс 1, дистанция до 100 м), RJ11 (телефон, факс), ISDN интерфейс, позволяющий подключать непосредственно к терминалу оборудование ISDN (телефоны, модемы и т.д.), подключение внешней антенны, вход зарядного устройства.
- ж) точка доступа Wi-Fi (802.11 b/g до 54 Мбит/с);
- з) встроенный GPS;
- и) вес 3,2 кг;
- к) размеры 29,7x39,9x5,1 см;
- л) рабочая температура: от минус 25°С до плюс 55°С;

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- м) встроенный компас для ориентации антенны на спутник;
- н) стандарт защиты: передающее устройство – IP-52, антенна – IP-66 (пыленепроницаем, влагоустойчив при сильных осадках);
- о) единая конструкция терминала и антенны, отделяемой при необходимости, что позволяет выносить ее на расстояние до 70 м от терминала;
- п) литий-ионная аккумуляторная батарея, обеспечивающая время непрерывной работы 1,5 часа в режиме приема/передачи с полной мощностью и 36 часов в режиме ожидания.

Антенный модуль имеет встроенный блок приемопередатчика и подключается к спутниковому модему радиочастотным антенным кабелем, по которому подается полезный сигнал и электропитание. Также в антенном модуле находится встроенный GPS приемник.

Спутниковый модем обеспечивает интерфейсы подключения оконечного оборудования, встроенный интерфейс управления и настройки спутникового канала связи. Антенный модуль и спутниковый модем используются только совместно.

Подсистема работает в диапазоне частот передачи 1626,5-1660,5 МГц, приема 1525,0-1559,0 МГц. Передача данных в IP-канале осуществляется в режиме Standard IP (общий канал без QoS) со скоростью до 492 кбит/с, Streaming IP (гарантированный канал, QoS) - до 384 кбит/с, стандартной телефонии - 4 кбит/с. Система Inmarsat BGAN обеспечивает возможность одновременной телефонной связи и передачи данных в режиме Standard IP. Время включения - не более 10 мин.

Подсистема работает с SIM- картой, принадлежащей российскому лицензированному оператору услуг Inmarsat. В комплект оборудования входят портативная телефонная двухпроводная трубка полевого исполнения типа Explorer; защищенный ноутбук повышенной прочности, оптимизированный для сложных климатических условий. Кроме того, подсистема снабжена специальным радиопрозрачным термочехлом с блоком питания от сети 220 В, обеспе-

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

чивающим работоспособность антенного модуля при температуре ниже минус 25 °С. Вся подсистема расположена в пылевлагозащитном транспортировочном кейсе с выдвижной ручкой и колесами для удобства перевозки.

Размер спутникового модема с антенным модулем в собранном виде составляет не более 30х40х6 см. Вес вместе с аккумуляторной батареей достигает 3,2 кг, а общий вес, включая транспортировочный кейс и уложенное внутри оборудование – 40 кг.

Во втором кейсе меньшего размера размещена интегрированная система видеоконференцсвязи Tandberg Tactical MXP, представляющая собой монитор и видеокodeк с набором интерфейсов. Так же в комплекте есть штатный набор аксессуаров в мягкой сумке и блоком аккумуляторных батарей с зарядным устройством и сумкой для переноски и для обеспечения системы ВКС автономным электропитанием.

Конструктивные особенности:

- а) система разработана для использования в полевых условиях;
- б) полностью интегрированная видеосистема в сверхпрочном водонепроницаемом корпусе;
- в) соответствует требованиям к ручной клади в самолетах большинства авиакомпаний;
- г) реализована по технологии TANDBERG 3000 MXP;
- д) в комплект входит плечевой ремень, ручная тележка на колесах, мягкий чехол с аксессуарами, автономный источник электропитания (блок аккумуляторных батарей с зарядным устройством).

Функциональные особенности:

- а) высокое качество презентаций через простое кабельное подключение к ПК или подключение через LAN;
- б) одновременный просмотр презентации и видеоизображения ведущего с помощью технологии двойного изображения DuoVideo и технологии передачи двух потоков видео Dual Stream по H.239;

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- в) технология передачи данных TANDBERG Expressway™;
- г) поддержка URI-вызовов;
- д) высокое качество видеоизображения с H.264;
- е) поддержка IPv6;
- ж) защита от разрывов связи с автоматическими функциями Downspeeding и IPLR (фирменная технология коррекции ошибок).

Основные элементы системы показаны на рисунке 3.3 [11].



Рисунок 2.3 – Основные элементы системы

Компактная переносная система видеоконференцсвязи для использования в наиболее удаленных точках и экстремальных условиях идеальна для тех, кому нужна мобильная мультимедийная видеосвязь: военным, журналистам, спасателям, врачам, службам экстренного реагирования.

Спутниковая станция настраивается по максимальному сигналу на спутник связи системы Inmarsat BGAN, происходит регистрация системы в сети передачи данных, системе присваивается внешний IP-адрес, таким образом, система подготавливается к вызову удаленной системы ВКС. У МКВКС динамический IP-адрес, то есть когда работник настроился на несущую частоту, то антенна «подхватывает» IP-адрес со спутника. Схема организации ВКС с МАВР представлена на рисунке 3.4.



Рисунок 2.4 – Схема организации ВКС с МАВР

Вызов осуществляется набором IP-адреса Центра технической поддержки (ЦТП) с терминала видеокodeка Tandberg. Далее через сервер видеоконференцсвязи установленный в ЦТП Барыбино происходит подключение студии Ситуационного центра мониторинга и управления чрезвычайными ситуациями. Который руководит аварийно-восстановительными работами.

Согласно положения о восстановительных поездах железных дорог ОАО «РЖД» 1807р, для оперативного управления аварийно-восстановительными работами восстановительный поезд обеспечивается двухдиапазонными радиостанциями поездной радиосвязи (не менее двух радиостанций на восстановительный поезд), многоканальными носимыми радиостанциями, а также мобильными (сотовыми) и спутниковыми телефонами.

2.2 Шлем для дистанционной интерактивной передачи видеoinформации через систему ВКС в составе мобильного комплекса

Для персональной визуальной связи с места работ к системе МКВКС подключается автономный комплекс дистанционной интерактивной аудио и видеосвязи, включающий в себя:

Устройство согласования с комплектом антенн для привязки комплекса к МКВКС. Устройство согласования расположено в герметичном кейсе и подключается к видеокодеку МКВКС коммутационными кабелями.

Шлем противоударный защитный, оснащенный аудио- видео коммуникационным оборудованием, на шлеме установлена видеокамера, предназначенная для съемок в экстремальных условиях.

Жилет с источником питания и вспомогательным оборудованием.

Видео-картинка и аудио-связь между оператором автономного комплекса и МКВКС организуется посредством радиоканала, заявленная производителем дальность устойчивой связи 200-300м. [9]

Состав комплекса

1) Комплект экипировки:

Шлем противоударный защитный, оснащенный аудио- видео коммуникационным оборудованием.

Разгрузка-жилет с источником питания и вспомогательным оборудованием. Комплект показан на рисунке 2.1.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 2.5 – Комплект экипировки (шлем и разгрузка-жилет)

2) Устройство согласования:

Чемодан пылевлагозащищенный с коммутационным оборудованием для привязки комплекса к мобильным устройствам обмена информации и автономным источником питания, изображен на рисунке 2.2.



Рисунок 2.6 – Устройство согласования

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диаграмма направленности антенны согласующего устройства показана на рисунке 2.3.

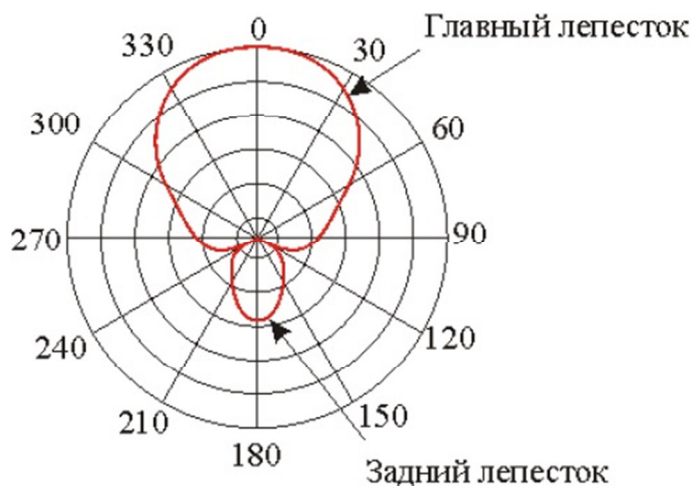


Рисунок 2.3 – Диаграмма направленности

Технические характеристики:

Электропитание устройства согласования:

Встроенные АКБ: 12В/7А

Зарядное устройство (ЗУ) для встроенных АКБ: 220/12 В

Электропитание комплекта экипировки:

Встроенные АКБ: 4x6В/4,5А

Зарядное устройство (ЗУ): 220/24 В

Габаритные размеры УС, не более: 265x220x185 мм

Масса УС, не более: 5,5 кг

Масса Шлема защитного, не более: 1,5 кг

Масса Жилета разгрузочного, не более: 4,8 кг

Диапазон частот: 134 МГц- 176 МГц

Температура эксплуатации: -30С - +45С

2.3 Использование системы в реальных условиях.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При практическом использовании системы автономного комплекса существуют некоторые особенности:

Антенна комплекта экипировки располагается на задней части жилета, в то время как направленная антенна согласующего устройства должна быть ориентирована по возможности перпендикулярно спине оператора в экипировке.

Оператор в экипировке по возможности должен стараться находится спиной к антенне согласующего устройства, и производить при необходимости поворот своего корпуса сохраняя совпадение осей антенны согласующего устройства и экипировки, стремясь не затенять направление на антенну согласующего устройства плечами и грудью. При организации видеосвязи с места работ оператору приходится передвигаться в различных направлениях, обходить вагоны (подвижной состав) и т.п., несоблюдение приведенных особенностей, приводит к потере устойчивой видеосвязи уже на расстоянии более двадцати метров.

На тренировках по устранению аварий проверяют только наличие комплекта «Шлем» и его работоспособность в радиусе 10-15 метров. Руководители тренировок понимают нецелесообразность использования такой техники, которая вместо передачи полезной информации, может только отвлекать от работы как минимум одного оператора. При реальных авариях, которые к несчастью могут случаться в различных местах, использование комплекта «Шлем» запрещено.

Для передачи видеоинформации используют обычную камеру на штативе, которая соединяется кабелями длиной в 100 метров, это с одной стороны не плохо, но исходя из опыта, разворачивать кабеля на большие расстояния не имеет смысла. На месте аварии постоянно работает техника, которая без труда передавит кабель, тяжелые машины, автокраны, бульдозеры, камеру даже невозможно перенести через рельсы, так как там работает восстановительный поезд. Обычно камера стоит недалеко от палатки с оборудованием и передает общую картинку на видео, которую можно приблизить или отдалить.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из вышесказанного было принято решение усовершенствовать комплект «Шлем» для внедрения в процесс устранения аварий, что позволит эффективнее работать сотрудникам «РЖД» выполняя указания начальства, которое дислоцируется в ситуационном центре в городе Москва.

Один из важных моментов является специальный планшет медицинского работника, который передает жизненные показатели пострадавшего через видеокodeк МКВКС в ситуационный центр.

Пострадавшего переносят на носилках через весь очаг аварии к месту дислокации палатки с комплексом, так как планшет врача соединяется с комплексом через кабель HDMI, и его длина составляет 2 метра.

К недостаткам мобильного комплекса видеоконференцсвязи можно отнести:

- а) неустойчивая связь оператора шлема при малом отдалении;
- б) отсутствие мобильности специального планшета медработника.

Устранить эти недостатки является важной задачей, которая повысит эффективность работы не только работников «РЖД» но и врачей и возможно облегчит жизнь пострадавших в авариях.

Идея состоит в том, чтобы объединить два недостатка в один. Если оператор шлема сможет передавать качественную видеоинформацию на отдаленном расстоянии, что обеспечит его свободу передвижения, он сможет подходить к пострадавшему вместе с медицинским работником и подключать его планшет к передатчику, для дальнейшей передачи жизненных показателей в ситуационный центр. Что избавит пострадавшего от передвижений через место аварийно-спасательных работ и позволит медицинскому работнику быстрее и эффективнее работать.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К ПРОЕКТИРУЕМОЙ СИСТЕМЕ. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

3.1 Требования к проектируемой системе

Технология передачи данных оборудования комплекта «Шлем» заключается в следующем, камера передает видеосигнал на коммутационное устройство через разъём TRS (micro-jack), далее сигнал передается в УКВ диапазоне: 134 МГц – 176МГц. Принимает сигнал согласующее устройство и с помощью разъемов RCA подключается к видеокодеку Tandberg.

Во время учебных тренировок это слабый, неустойчивый сигнал, при котором невозможно передать видеоинформацию на отдалённой дистанции, а при поворотах оператора пропадает связь, так как оператор должен всегда находиться спиной к принимающей антенне.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Требования к проектируемой системе формируются с учетом её недостатков:

1) Обеспечение устойчивой связи с оператором шлема в радиусе действия до 1000 метров.

2) Возможность сопряжения модернизированных элементов системы с существующим МКВКС.

3) Высокая четкость передаваемого изображения оператором шлема – не хуже High Definition Multimedia Interface (HDMI).

4) Возможность подключения медицинского планшета.

В данном проекте рассмотрим две технологии беспроводной передачи данных Wi-Fi и WiMAX.

3.2 Технология Wi-Fi

В 1991 году технология под названием Wi-Fi была разработана фирмой NCR Corporation и изначально планировалось использовать в торговых кассовых аппаратах. Само название Wi-Fi является сокращением от торговой марки «Wi-Fi Alliance». Технология основана на методике передачи информации по радиоканалу на частоте 2,4 ГГц. [12]

Wi-Fi технология применяется для организации высокоскоростных беспроводных локальных сетей, работающих в международном нелицензируемом диапазоне частот (ISM) 2,4 ГГц и 5 ГГц. Множество областей применения связаны с сетями для выхода в Интернет, беспроводной передачей видео- и аудиоинформации, промышленными телеизмерениями, транспортными локальными беспроводными сетями.

В настоящее время применяются следующие стандарты Wi-Fi:

802.11a — 54 Мбит/с, 5 ГГц;

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 802.11b — 5,5 и 11 Мбит/с, 2,4 ГГц;
- 802.11g — 54 Мбит/с, 2,4 ГГц;
- 802.11n — 600 Мбит/с, 2,4-2,5 ГГц или 5 ГГц.
- 802.11ac — 1.7-2.5 Гбит/с.,5 ГГц.

Технология Wi-Fi настолько быстро развивается в таких областях бытовой электроники, как беспроводной доступ к Интернет-ресурсам, IP телевидение, беспроводные мультимедийные приставки. Широко используется в различных беспроводных телеизмерениях на транспорте.

Большинство беспроводных камер видеонаблюдения и регистраторов для фиксации скорости, установленных на автомагистралях, применяют технологию Wi-Fi. Также с помощью этой технологии строят локальные сети между зданиями и производственный объект объектами.

Впервые технология Wi-Fi была сертифицирована двадцать лет назад, когда Международный институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) сформировал рабочую группу по стандартам для беспроводных локальных сетей 802.11. В 1999 г. была создана независимая международная организация Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA), куда вошли ведущие мировые производители оборудования для беспроводной связи.

Рассмотрим Wi-Fi стандарты 802.11b/g/n, которые работают в диапазоне 2.4ГГц:

Стандарт 802.11b.

На смену 802.11 в 1999 г. пришел более быстрый стандарт 802.11b, который работает на той же центральной частоте 2,4 ГГц с максимальной скоростью до 22 Мбит/с. В спецификации 802.11b используется метод расширения спектра Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) — расширение спектра радиосигнала посредством применения прямой последовательности. Основные параметры Wi-Fi 802.11b приведены в таблице 2.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.1 — Основные параметры стандарта IEEE 802.11b (в соответствии с действующими нормативами РФ)

Наименование параметра	Значение параметра	Метод модуляции
Диапазон частот, МГц	2400-2483,5	
Метод расширения спектра	DSSS	
План частот	$2412+5(n-1)$, $n = 1, 2 \dots 13$	
Скорости передачи данных по радиоканалу, Мбит/с	1	DBPSK
	2	DBPSK
	5,5	ССК
	11	ССК
	22	PBCC
Максимальная мощность излучения передатчика, дБм	не более 20 (100 мВт)	

Основная архитектура, идеология, структура и характерные особенности уровней нового стандарта 802.11b аналогичны первоначальному варианту Wi-Fi — 802.11, изменился только физический уровень, характеризующий более высокие скорости доступа и передачи данных.

Для модуляции и поддержки различных режимов скорости передачи данных есть разные способы. Скорость 1 Мбит/с поддерживается за счет метода DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying). Для обеспечения скорости 2 Мбит/с используется метод DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying). Схема модуляции ССК (Complementary Code Keying) допускает скорости передачи 5,5 и 11 Мбит/с. Использование ССК-кодов позволяет кодировать 8 бит на один символ. Символьная скорость 1,385 мегасимволов в секунду ($11/8 = 1,385$) соответствует скорости 11 Мбит/с. При этом кодируется 8 бит на символ. При скорости передачи 5,5 бит/с в одном символе кодируется только 4 бита. В расширенном варианте стандарта 802.11b+ скорость передачи данных может достигать 22 Мбит/с и использует метод PBCC (Packet Binary Convolutional Coding).

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Стандарт 802.11g

Следующим шагом на пути развития устройств Wi-Fi был стандарт 802.11g, принятый в 2003 г. Практически 802.11g — это усовершенствованный вариант 802.11b. Он предназначен для устройств, работающих на частотах 2,4 ГГц с максимальной скоростью 54 Мбит/с. Этот стандарт задумывался как универсальный. Поэтому в нем допускаются методы расширения спектра, используемые в предыдущих версиях, а именно DSSS, OFDM, PBCC. Выделенная для 802.11g полоса частот в РФ составляет 2400-2483,5 МГц. Стандарт 802.11g полностью совместим с 802.11b. Основное отличие заключается в допустимых методах доступа к среде и способах модуляции. В стандарте 802.11g используются рассмотренные выше технологии DSSS, PBCC, которые взяты из 802.11b. Метод OFDM принят из стандарта 802.11a. Методы модуляции DBPSK, DVPSK, CCK, CCK, PBCC также взяты из 802.11a, b.

Основные параметры Wi-Fi-802.11g, одобренные для РФ, приведены в таблице 3.2

Таблица 3.2 – Основные параметры стандарта IEEE 802.11g (в соответствии с действующими нормативами РФ)

Наименование параметра	Значение параметра	Метод модуляции
Диапазон частот, МГц	2400-2483,5	
План частот (центральные частоты каналов, МГц)	$2412+5(n-1)$, $n = 1, 13$	
Режимы работы	DSSS, OFDM, PBCC, DSSS-OFDM	
Скорости передачи данных по радиоканалу и модуляции, Мбит/с	1	DBPSK
	2	DQPSK
	5,5; 11	CCK, PBCC
	6; 9	BPSK
	12; 18	QPSK
	24; 36	16QAM

	48; 54; 108	64QAM
	22; 33	PBCC
Максимальная мощность излучения передатчика	Не более 24 дБм (250 мВт)	

Стандарт 802.11g полностью совместим с 802.11b. Основное отличие заключается в допустимых методах доступа к среде и способах модуляции. В стандарте 802.11g используются рассмотренные выше технологии DSSS, PBCC, которые взяты из 802.11b. Метод OFDM принят из стандарта 802.11a. Методы модуляции DBPSK, CCK, PBCC также взяты из 802.11a, b.

Не вдаваясь особенно в подробности, можно сказать, что стандарт 802.11g аналогичен стандарту 802.11b по частоте 2,4 ГГц и похож на стандарт 802.11a по максимальной скорости передачи 54 Мбит/с.

Стандарт 802.11n

Одним из последних принятых для технологии Wi-Fi стал стандарт 802.11n, в котором разработчики предприняли попытку объединить все лучшее, что было реализовано в предыдущих версиях. Стандарт 802.11n разработан для оборудования, функционирующего на центральных частотах 2,4 и 5 ГГц с максимально возможной скоростью вплоть до 600 Мбит/с. Этот стандарт был утвержден IEEE в сентябре 2009-го, а в России одобрен и разрешен к использованию во всех диапазонах только в конце 2010 г. Стандарт основан на технологии OFDM-MIMO. В IEEE 802.11n максимальная скорость передачи данных в несколько раз больше, чем в предыдущих. Это достигается благодаря удвоению ширины канала с 20 до 40 МГц, а также за счет реализации технологии MIMO со множеством антенн.

В идеальном случае удвоение ширины полосы означает прямо пропорциональное увеличение скорости передачи данных на физическом уровне (PHY). На практике все оказывается намного сложнее. В основу технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output) положена идея применения отдельно несколь-

ких передающих и приемных антенн. Передаваемый поток данных разбивается на независимые последовательности битов, которые пересылаются одновременно, с использованием разных антенн. При этом антенны передают данные независимо друг от друга и в одном и том же частотном диапазоне. Иными словами, в технологии MIMO реализовано несколько пространственно разнесенных подканалов, по которым данные передаются одновременно в одном и том же частотном диапазоне. В простейшем примере это выглядит как передатчик с двумя антеннами и приемник с двумя антеннами, в которых по каждому каналу одновременно и независимо передаются и принимаются потоки данных.

Технология MIMO не влияет на метод кодирования данных и может использоваться с разными способами модуляции. В стандарте 802.11n в качестве метода расширения спектра используется Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), который хорошо зарекомендовал себя в стандарте 802.11a.

Методика MIMO включает в себя так называемое «пространственное мультиплексирование» (Spatial Multiplexing, SM), которое повышает скорости передачи и увеличивает пропускную способность по сравнению с отдельной одиночной антенной. При пространственном мультиплексировании множество потоков передаются по множеству антенн. Например, если приемник и передатчик имеют по две антенны и есть возможность выделить из всего многообразия электромагнитного излучения необходимые волны, то можно увеличить пиковую скорость данных вдвое.

В процессе передачи последовательность символов, поступающая на кодер, преобразуется символьным преобразователем в пространственную форму в соответствии с программой, заложенной в адаптивном преобразователе (например, отражение информации подканалов в пространственный код согласно заданной матрицы).

В методе MIMO необходимо постоянно запрашивать информацию по идентификации канала, его состоянию и конкретным параметрам. В зависимо-

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

сти от текущего состояния канала сигналы передаются по разным подканалам. Специальные сигналы используются для преобразования параметров самих подканалов, таких, например, как диаграмма направленности элементов адаптивной антенны, коррекция ошибок, скорость передачи и др. Для коррекции ошибок используется коэффициент ошибок пакетов (Packet Error Rate, PER). Когда канал находится в плохом состоянии, увеличивается значение этого коэффициента и, как следствие, автоматически зона покрытия ограничивается до величины, где может быть выдержано расчетное значение PER. Следует иметь в виду, что SM и STC обеспечивают большой охват независимо от состояния канала, но не повышают пиковую скорость данных.

При декодировании в приемном устройстве полученные сигналы обрабатываются по определенному закону в соответствии с заданной матрицей, например с помощью алгоритма обратного преобразования Фурье. Таким образом, в приемнике пространственно распределенные сигналы объединяются, и происходит восстановление переданных данных.

Таблица 3.3 – Основные параметры стандарта IEEE 802.11n (в соответствии с действующими нормативами РФ)

Наименование параметра		Значение параметра
Диапазон частот, МГц		2400-2483,5 и/или 5150-5350, 5650-6425
Метод доступа к среде		Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением коллизий
Число потоков MIMO, не менее		Базовая станция — 2
		Абонентская станция — 1
Число потоков MIMO, не более		4
Метод расширения спектра		OFDM
Частотный разнос каналов, МГц		20 и/или 40
Количество поднесущих в канале		56 (при ширине канала 20 МГц)
Максимальная мощность пе-	24	Не более 24 дБм (250 мВт)

редатчика, работающего в диапазоне, МГц	00-2483,5	
	51 50-5250	Не более 20 дБм (100 мВт)
	51 50-5250	Не более 20 дБм (100 мВт)
	52 50-5350	Не более 20 дБм (100 мВт)
	56 50-5725	Не более 30 дБм (1000 мВт)
	57 25-5825	Не более 30 дБм (1000 мВт)

Для стандарта 802.11n в РФ выделены одна полоса с центральной частотой 2,4 ГГц и две полосы в районе 5 ГГц:

2400-2483,5 МГц;

5150-5350 МГц;

5650-6425 МГц.

Для передачи больших объемов информации на небольшие расстояния скорость является определяющим фактором. На рисунке 3.1 показаны сравнительные данные для стандартов 802.11b, g, n, и можно увидеть время, которое потребуется соответствующему Wi-Fi-оборудованию для того, чтобы перекачать 30-минутный видеофайл с компьютера на переносной проигрыватель.



Рисунок 3.1 – Сравнительные данные по скорости стандартов.

Однако борьба за скорость передачи не всегда оправданна. Например, для телевидения стандартного разрешения вполне хватает 5 Мбит/с, а для разрешения HDTV требуется в среднем около 20 Мбит/с. Для передачи голоса не нужны скорости больше 1 Мбит/с. На самом деле задача должна формулироваться как поддержание оптимальной скорости на необходимом расстоянии. Дальность действия Wi-Fi устройств зависит от мощности установленного в них передатчика, а также от типа используемой антенны.

3.2 Технология WiMAX

WiMAX (англ. Worldwide Interoperability for Microwave Access) — телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях для широкого спектра устройств (от рабочих станций и портативных компьютеров до мобильных телефонов). WiMAX следует считать жаргонным названием, так как это не технология, а название форума, на котором Wireless MAN и был согласован). Технология основана на стандарте IEEE 802.16. [13]

История стандарта IEEE 802.16 ведется с 2001 года, когда, собственно, и была начата активная работа по созданию нового беспроводного стандарта широкополосной связи. В декабре 2001 года была принята первая версия стандарта IEEE 802.16-2001, который изначально предусматривал рабочую полосу частоты 10-66 ГГц.

Данный стандарт описывал организацию широкополосной беспроводной связи с топологией «точка-многоточие» и был ориентирован на создание стационарных беспроводных сетей масштаба мегаполиса (Metropolitan Area Network, MAN). Именно поэтому данный стандарт получил также название WirelessMAN. На физическом уровне стандарт IEEE 802.16-2001 предполагал

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

использование всего одной несущей частоты (Single-Carrier, SC), вследствие чего в название протокола добавили буквы SC, то есть WirelessMAN-SC.

Организация связи в частотном диапазоне 10-66 ГГц возможна только в зоне прямой видимости между передатчиком и приемником сигнала из-за быстрого затухания коротких длин волн. Это было одной из особенностей протокола WirelessMAN-SC.

Необходимость построения беспроводной сети только в зоне прямой видимости привела к тому, что устройства стандарта 802.16 так и не получили широкого распространения. Поэтому несколько позднее, в январе 2003 года, было принято расширение стандарта 802.16, получившее наименование 802.16a-2003. Оно предусматривало использование частотного диапазона от 2 до 11 ГГц.

Основным отличием стандарта 802.16a от базового стандарта 802.16 было использование другого частотного диапазона, который не требует прямой видимости между приемником и передатчиком. Зона покрытия таких беспроводных сетей значительно шире, чем сетей стандарта 802.16. Опуская пока детали протокола 802.16a, отметим лишь, что использование частотного диапазона 2-11 ГГц потребовало и существенного пересмотра техники кодирования и модуляции сигнала на физическом уровне.

Логическим продолжением стандарта 802.16a стал стандарт 802.16d, который предусматривал возможность реализации фиксированного доступа внутри помещений.

Окончательно стандарт 802.16d был принят в июле 2004 года и получил название 802.16-2004, после чего необходимость рассмотрения отдельных стандартов, то есть 802.16d и 802.16a, отпала, поскольку окончательная версия стандарта вобрала в себя и стандарт 802.16d, и 802.16a. Основные характеристики WiMAX показаны на рисунке 3.2

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Стандарт	802.16	802.16a/d (802.16-2004)	802.16e
Частотный диапазон, ГГц	10-66	2-11	2-6
Тип сети	Стационарная	Стационарная	Подвижная
Зона покрытия	Зона прямой видимости	Вне зоны прямой видимости	
Радиус зоны покрытия, км	2-4	4-6 (15-20 на открытом пространстве)	4-6
Безопасность	Аутентификация оборудования по X.509, DES/3DES-шифрование		
Скорость передачи данных, Мбит/с	32-134 при полосе 28 МГц	1-75	До 15
Топология	Точка — точка, точка — многоточие		
Модуляция	QPSK, 16 QAM, 64QAM	OFDM 256, OFDMA, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	
Доступ к каналу	TDMA, DAMA		
Дуплексный режим	TDD, FDD		
Ширина канала, МГц	20, 25 и 28	Избирательная ширина — от 1,25 до 20	

Рисунок 3.2 – Основные характеристики WiMAX.

В настоящее время существует еще один стандарт IEEE 802.16e, который рассматривает вопросы роуминга между сетями различных беспроводных стандартов, чтобы пользователь без ущерба для сеанса связи переходит из беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11 в сети IEEE 802.16 и обратно.

Наиболее активно продвижением IEEE 802.16 занимается сейчас WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) — некоммерческая организация, образованная по инициативе корпорации Intel с участием ведущих производителей телекоммуникационного оборудования (Airspan Networks, Alvarion Ltd, Aperto Networks, Fujitsu Microelectronics America, Intel, OFDM Forum, Proxim Corporation, Wi-LAN, Inc. и др.).

Целью организации WiMAX является содействие разработке беспроводного оборудования для доступа к широкополосным сетям, скорейшее развертывание сетей во всем мире, сертификация оборудования 802.16, а также подготовка спецификаций, призванных обеспечить совместимость оборудования разных производителей.

При выборе оборудования WiMAX кроме его технических характеристик и цены важное и зачастую определяющее значение представляет такой фактор, как специфические для России трудности оформления частотных разрешений. Дело в том, что в России практически не существует «безлицензионных» диа-

пазонов. Для разных типов оборудования предусмотрен различный порядок получения частотных разрешений. Для работы в любых диапазонах операторы связи должны получить достаточно сложные и многоуровневые разрешения как частотных служб, так и служб надзора за связью.

Очевидно, что в нашей стране главным фактором, влияющим на скорость внедрения систем WiMAX, являются вопросы регулирования спектра, так как развитие рынка услуг WiMAX напрямую зависит от выделения операторам необходимого частотного ресурса. Сегодня наиболее перспективными с точки зрения будущего развития технологии WiMAX являются диапазоны в районе 2,4, 3,5 и 5,6 ГГц.

Подводя итоги анализа данной технологии можно уверенно сказать, что WiMAX в скором будущем займет свое место среди беспроводных технологий, которая станет доступна для большинства пользователей, как в ценовой политике, так и в многообразии оборудования.

3.3 Обоснование выбора технологии WiMAX

При сравнении технологий Wi-Fi и WiMAX, можно увидеть что они довольно похожи и схожи скорости передачи и спектральная эффективность, существенное отличие заключается в зоне обслуживания. При использовании WiMAX зона обслуживания достигает десятки километров, для нашего проекта нет необходимости использования данной технологии. Еще одним важным фактором является стоимость оборудования и сложность исполнения, что касается стандартов WiMAX 802.16 они в основном работают в диапазоне 5 ГГц, для России такие частоты свободно использовать не разрешено, поскольку этот диапазон использует для своих целей ряд государственных служб, и для его использования необходимо получить лицензию у радиочастотной службы.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Wi-Fi зона обслуживания может достигать нескольких километров при правильном подборе оборудования, имеет более разнообразный ассортимент оборудования по ценам более доступным, чем WiMAX. При использовании стандартов 802.11b/g/n нет необходимости в получении лицензии. Установка и настройка оборудования осуществляется в считанные минуты. Время развертывания и установки оборудования при возникновении чрезвычайной ситуации играет важную роль.

В связи с этим было принято решение использовать технологию Wi-Fi при дальнейшем проектировании.

4 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМ. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ.

4.1 Разработка структурной схемы

При проектировании структурной схемы были определены следующие этапы:

1. Универсальный источник питания для оборудования;
2. Преобразование цифрового видеосигнала в TCP/IP
3. Организация радиоканала между оператором шлема и согласующим устройством с помощью Wi-Fi.
4. Обратное преобразование информации TCP/IP в HDMI

Структурная схема показана на рисунке 4.1.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

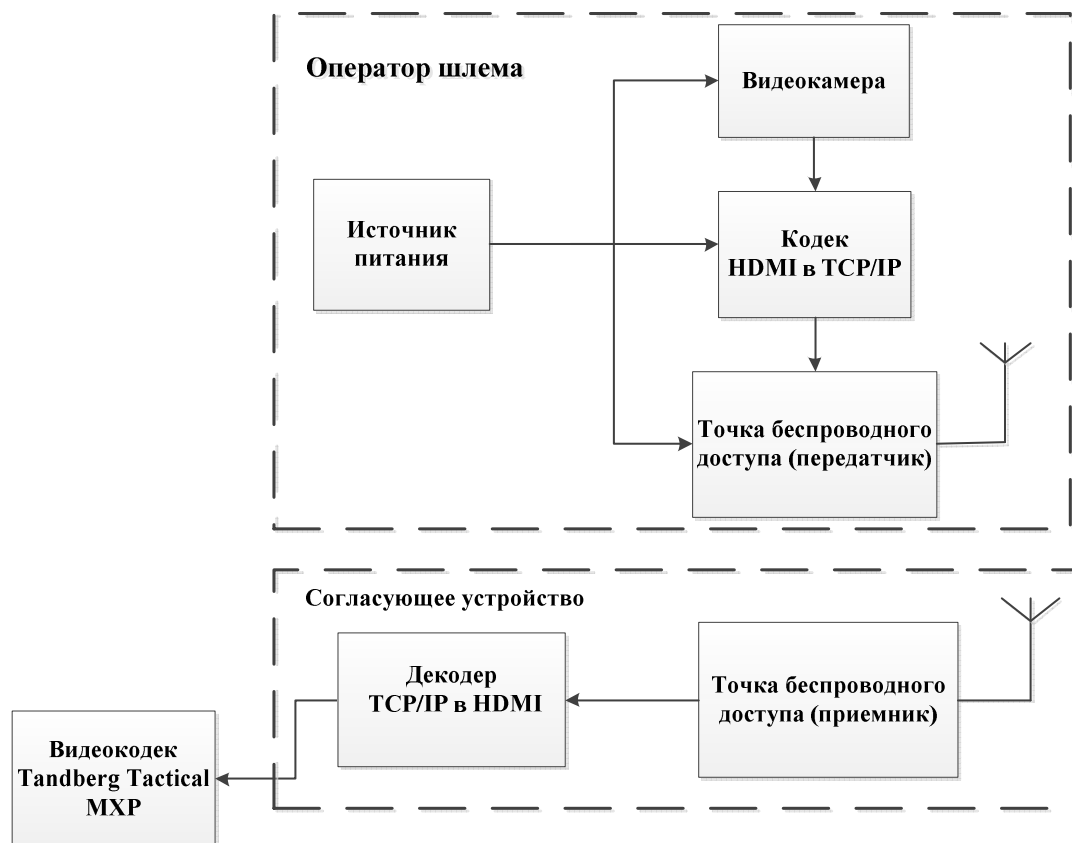


Рисунок 4.1 – Структурная схема передачи видеоданных от оператора к видеокодеку

Из структурной схемы видно, что оборудование оператора шлема питается от одного источника питания который обеспечивает бесперебойную работу передающей системы.

Видеокамера передает цифровой видеосигнал на кодек, который преобразует видеосигнал в протокол TCP/IP и передает через точку беспроводного доступа (передатчик) по радиоканалу. Информация принимается согласующим устройством, которое состоит из точки беспроводного доступа (приемник) и декодера, который обратно преобразует сигнал и передает его на видеокодек Tandberg Tactical MXP.

Для передачи информации с планшета медицинского работника необходимо будет подключить разъем HDMI к кодеку, для дальнейшей передачи информации по радиоканалу.

Для повышения качества работы оборудования и полной комплектации системы, было принято решение укомплектовать систему:

1. Защитный шлем
2. Разгрузочный жилет
3. Дополнительный источник питания
4. Сборная антенная мачта 4-6 м.

4.1 Выбор оборудования и построение функциональной схемы

Для данного проекта было выбрано оборудование фирмы Ubiquiti Networks, которое имеет хорошие характеристики, невысокую стоимость. Эта компания хорошо себя зарекомендовала на Российском рынке.

Оборудование NanoStation Loco M2. [15]

Компактная NanoStation Loco M2, работающая в диапазоне 2.4ГГц, мощность которой составляет 23dBm. Точка доступа имеет встроенную секторную антенну с охватом 60 градусов, которая обеспечивает усиление сигнала на уровне 8dBi. Дальность соединения при этом составляет до трех километров.

NanoStation Loco M2 может работать в сетях точка-многоточка в качестве базовой станции, а также выступать в роли одной из сторон радиомоста. Кроме этого, точка доступа подходит для использования в качестве клиентского устройства при подключении к удаленным базовым станциям WiFi.

Максимальная канальная скорость, доступная NanoStation Loco M2, достигает 300мб/сек. Достигнуты такие показатели благодаря поддержке стандартов Wi-Fi 802.11 b/g/n и использованию схемы MIMO 2X2

NanoStation Loco M2 имеет прочный всепогодный корпус, который дает возможность использовать точку доступа вне помещений, а широкий диапазон рабочих температур от минус 30 до плюс 80 градусов позволяет не волноваться

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

за работоспособность электроники устройства в любое время года. NanoStation Loco M2 показана на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Наружный модуль NanoStation Loco M2

Технические характеристики:

- Стандарт беспроводной связи - 802.11b/g/n, частота 2.4 ГГц
- Поддержка MIMO - есть
- Макс. скорость беспроводного соединения - 150 Мбит/с
- Защита информации - WEP, WPA, WPA2, 802.1x

Опции точки доступа/моста:

- Режим моста - есть

Маршрутизатор:

- NAT - есть
- DHCP-сервер - есть

Антенна:

- Количество внутренних антенн - 1

Память:

- Объем оперативной памяти - 32 Мб
- Объем флеш-памяти - 8 Мб

Дополнительно:

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Питание через Ethernet-кабель (PoE) - есть
- Максимальная потребляемая мощность 5.5 Вт
- Флэш-память - есть
- Размеры (ШхВхГ) - 80x31x163 мм
- Вес - 180 г

Сплиттер Optimus sm1 POE. [20]

Сплиттер разделяет сигнал с витой пары RJ-45 на отдельный канал данных RJ-45 и отдельный канал питания 5мм (12 В). Сплиттер позволит запитать точку доступа, от переносного источника питания. Изображен на рисунке 4.3



Рисунок 4.3 - Сплиттер Optimus sm1 POE

Мачта алюминиевая сборная 6 м. [19]

Мачта антенная предназначена для установки комплекса антенн на крыше здания и на земле. В комплекс могут входить телевизионные, радиовещательные и другие типы антенн, оборудованные креплением для данного типа мачт.

Мачта имеет сборную конструкцию, состоящую из 2-6 (в зависимости от требуемой высоты) секций труб с наружным диаметром 50 мм и толщиной стенки 2 мм, длиной 1,5 м. Секции изготовлены из алюминиевого сплава марки АД31Т. Применение этого материала обеспечивает легкость, прочность и долговечность изделия. Удачная конструкция позволяет вращать мачту в горизонтальной плоскости относительно опоры крепления, что дает возможность ори-

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

ентировать антенну, не опуская мачту. В комплект входит подпятник и кольцо для растяжек. Изображена на рисунке 4.4

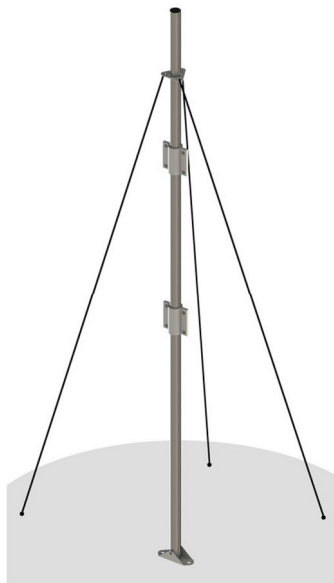


Рисунок 4.4 – Мачта антенная

Mobidick VLC3ET73 [17]

Предназначен для преобразования сигнал HDMI в стандарт TCP/IP и его передаче по сетевому кабелю или локальной сети. Устройство может передавать сигнал от источника HDMI сигнала, таких как HD STB, DVD, PS3, HDMI видеокарта и т.д. для воспроизведения на HD DLP проектор, LCD, LED дисплеи и другое аудио-видео оборудование. Mobidick VLC3ET73 показан на рисунке 4.5



					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Рисунок 4.5 - Movidick VLC3ET73

Movidick VLC3ET73 также может передавать сигнал в сеть Ethernet и работать как HDMI сплиттер плюс «бесконечный» удлинитель сигнала при помощи подключения к многопортовому роутеру Ethernet. Возможно каскадное наращивание системы из нескольких уровней. Если устройство подключить к роутеру и хабу, сигнал HDMI можно передавать на неограниченное расстояние.

Расстояние также зависит от пропускной способности сети и характеристик оборудования, включая качество кабелей, качество HDMI кабелей, качество видеосигнала. Передача сигнала через роутер показана на рисунке 4.6.



Рисунок 4.6 – Использование роутера в качестве передатчика.

Технические характеристики:

- HDMI версия 1.3
- Совместимость с HDCP
- Разрешение: 480i@60Гц, 480P@60Гц, 576i@50Гц, 576P@60Гц, 720P@50/60Гц, 1080i@50/60Гц, 1080P/50/60Гц
- Длина сегмента сети с использованием кабеля RJ45 («витая пара»):
- CAT5: макс. 80 м
- CAT5e: макс. 100 м
- CAT6: макс. 120 м
- Количество подключаемых Ethernet свитчеров: три (максимально)

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Возможно использование любого гигабитного IP свитчера для удлинения сигнала и его распространения; одновременно свитчер/роутер может использоваться для входа в интернет
- Стандарт IEEE-568B.
- Адаптер питания: 5В 1А для трансмиттера и для ресивера
- Мощность: трансмиттер 3 Вт, ресивер 3 Вт
- Размеры: 11*5.8*2.6 (Д x Ш x В) см

Шлем открытый LAZER BOLERO LX [16]

Шлем изготовлен из сверхпрочного сплавного композита, обеспечивающего непревзойденную защиту в сочетании с использованием системы EPS. Интерьер шлема Morpho System Plus позволяет сделать посадку шлема идеальной, подобрав подушки необходимой толщины. Он изготовлен из «дышащего» материала с антибактериальной обработкой и обладает гипоаллергенными свойствами.

Семь вентиляционных отверстий помогут поддерживать комфортный микроклимат внутри. Имеется внутренний солнцезащитный визор, внешний визор устойчив к образованию царапин. Шлем снабжен ремешком для фиксации с микрометрической пряжкой, светоотражающими элементами и весит всего 1250 грамм. Показан на рисунке 4.7.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.7 – Шлем открытый LAZER BOLERO LX

Экшн-камера SJCAM SJ5000. [18]

SJCAM SJ5000 камера с водонепроницаемым кейсом, снимает FullHD видео 1080p 30 к/с. с углом обзора 170 градусов. Изображена на рисунке 4.8.



Рисунок 4.8 – Экшн-камера SJCAM SJ5000

Экшн камера предназначена для высококачественной фото и видео съемки в различных экстремальных условиях. Камера надежно защищена водонепроницаемым кейсом. В стандартной комплектации имеет множество креплений, показаны на рисунке 4.9.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Рисунок 4.9 - Набор креплений для камеры

Качество съемки в формате Full HD дает возможность сохранять самые яркие моменты с детальной четкостью. Данная модель имеет видеовыход по интерфейсу HDMI с разрешением 1920X1080. То есть, устройство можно подключить напрямую к телевизору или монитору и просматривать отснятый материал.

В конструкции камеры также предусмотрен LCD дисплей с размером экрана 2 дюйма, встроенный микрофон и небольшой динамик для прослушивания аудио в записанном видеоматериале.

Технические характеристики:

- Поддержка видео высокого разрешения Full HD 1080p
- Максимальное разрешение видеосъемки 1920x1080
- Широкоформатный режим видео есть
- Угол обзора 170°
- Тип матрицы CMOS
- Матрица 16.37 Мпикс
- Фокусное расстояние объектива 2.99 мм
- Диафрагма F2.8

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

- Функциональные возможности:
- ЖК-экран есть (1.5")
- Форматы записи 480p, 720p, 1080p
- Максимальная частота кадров при съемке HD-видео 120 кадров/с при разрешении 1280x720, 60 кадров/с при разрешении 1920x1080
- Автоэкспозиция есть
- Дополнительные возможности:
- запись в H.264
- Максимальное разрешение фотосъемки 4608x3456 пикс
- HDMI-выход есть
- USB-интерфейс есть
- Wi-Fi есть
- Запись на карту памяти есть
- Поддержка карт памяти microSD, microSDHC
- Размеры (ШxВxГ) 60x41x25 мм
- Вес 74 г
- Питание:
- Питание: 5V
- Мощность: 3 Вт
- Емкость аккумулятора: 900MAh

Разгрузочный жилет MFH Int. Black [21]

Разгрузочный универсальный жилет с помощью молнии расположенной по бокам, за считанные секунды превращается в рюкзак или сумку. В качестве язычков на молнии, прочный капроновый шнурок. Множество карманов и отделений, на молнии и липучках, позволяют удобно разместить, различные предметы для ношения. Жилет разгрузочный универсальный изготовлен из полиэстера, что обеспечивает высокую износостойкость и прочность. Жилет изображен на рисунке 4.10.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4.10 – Разгрузочный жилет MFH Int. Black

Многофункциональное пускозарядное CARKU E-Power 21 [22]

При помощи зарядного устройства CarKu E-Power 21 можно заряжать и питать всевозможную аппаратуру с напряжением зарядки или питания 5В, 12В, 19В (телефоны, планшеты, фотоаппараты, видеокамеры, MP3-плееры, ноутбуки, рации, а/м холодильники и многое другое).

Выходы USB 5В/2А, 12В/10А (розетка прикуривателя), 19В/3.5А (ноутбуки) оборудованы защитой от перегрузки и короткого замыкания. В случае срабатывания защиты для её деактивации нужно просто подключить к зарядке на несколько секунд.

Кроме защиты от замыкания и перегрузки, которые часто приводят к возгоранию аккумуляторных батарей, в обновленных проводах CarKu реализована защита от переплюсовки и защита от переразряда. На рисунке 4.11 показан CARKU E-Power 21 и его комплектация.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55



Рисунок 4.11 - CARKU E-Power 21 и состав комплектации

Технические характеристики:

- Аккумулятор: литий – полимерный (Li-Po)
- Ёмкость аккумуляторной батареи: 18000 mAh
- Мощность: 66.6 Вт/ч
- Вход: 14В/2А
- Выходы: USB(5В/2А), USB(5В/1А), 19В/3.5А, 12В/10А
- Диапазон рабочих температур: -30 °С ~ +60 °С
- Срок службы разряд/заряд: свыше 1000 циклов
- Время зарядки: от 3.5 до 4-х часов.
- Размер: 230*87*27мм Вес: 670 г.

Комплектация:

- Разъем для Carku E-power от прикуривателя автомобиля;
- Адаптер прикуривателя автомобильных принадлежностей;
- Сетевой адаптер 220 V для зарядки Carku E-power от сети;
- Силовые зажимы для подключения к автомобильному аккумулятору с интеллектуальной защитой от обратного тока;

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

- Кабель и разъемы для телефонов, Mp3 плееров, фотоаппаратов и других гаджетов;
- USB провод, 4 коннектора (переходника), которые предназначены для смартфонов, телефонов, планшетов и т.д.;
- Светодиодный фонарь с тремя режимами работы;
- Удобная сумка для хранения и транспортировки устройства.

Составим функциональную схему оборудования для передачи видеоинформации, смотреть рисунок 4.12.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

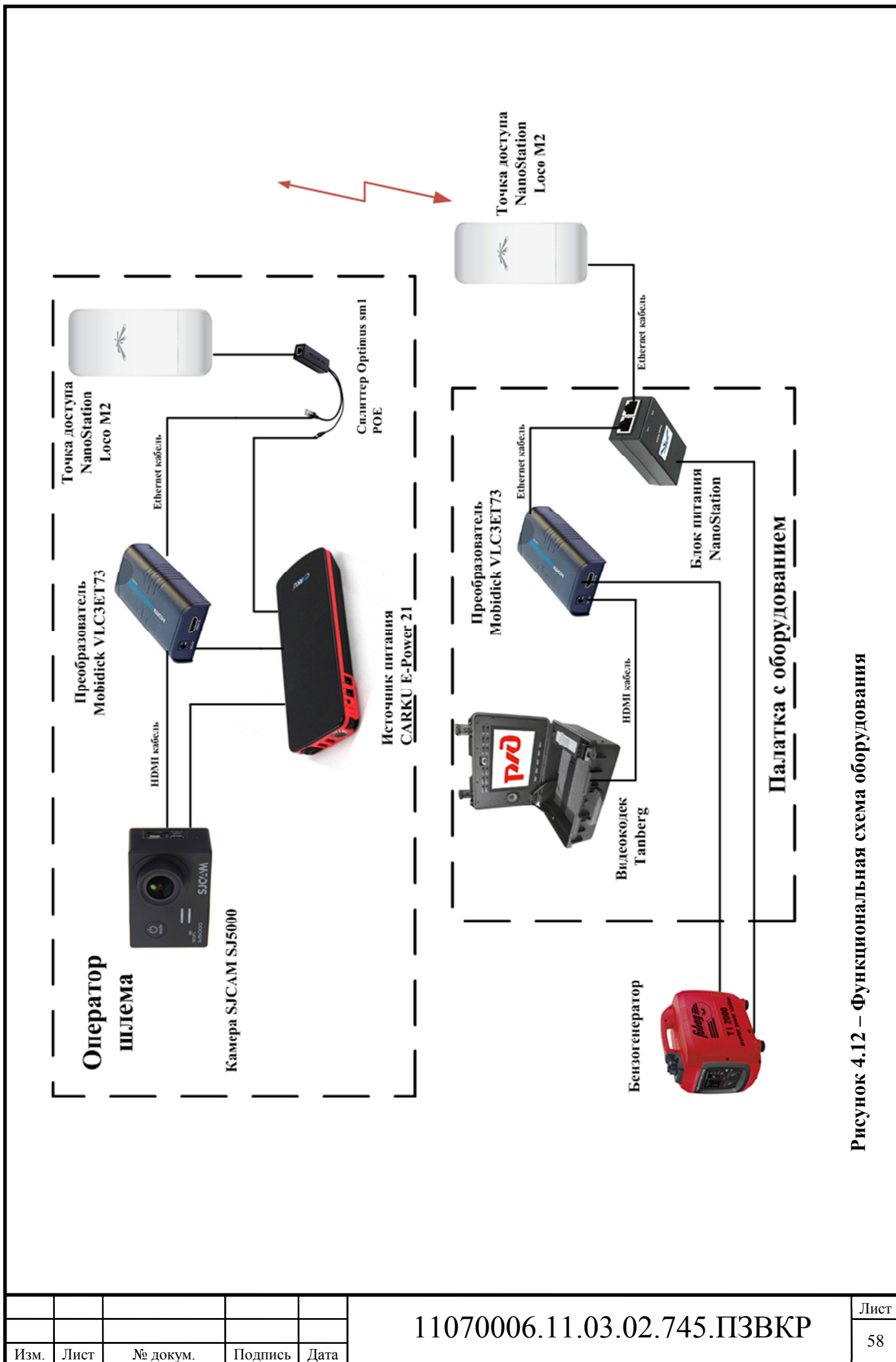


Рисунок 4.12 – Функциональная схема оборудования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11070006.11.03.02.745.ПЗВКР

5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

5.1 Расчет капитальных вложений на приобретение оборудования

Для расчета экономических показателей окупаемости проекта необходимо вначале определить общее количество телекоммуникационного оборудования, устанавливаемого для проектируемой системы.

Необходимо рассчитать смету затрат на приобретение и установку оборудования (таблица 5.1).

При этом цены будут браться средние по России. В смету затрат на приобретения оборудования входят:

Таблица 5.1 – Смета затрат на оборудование

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цена, руб	Общая сумма, руб
Точка доступа NanoStation Loco M2	2	3140	6280
Сплиттер Optimus sm1 POE	1	848	848
Мачта алюминиевая сборная 6 м	1	5000	5000
Преобразователь Mobidick VLC3ET73	1	9060	9060
Шлем Lazer Bolero LX	1	3190	3190
Экшн-камера SJCAM SJ5000	1	7490	7490
Разгрузочный жилет MFH Int. Black	1	3200	3200
Многофункциональное пускозарядное CARKU E-Power 21	2	9790	19580
Итого по оборудованию:			61373

Вычислим общие капитальные вложения с учетом дополнительных затрат таких как:

Транспортные расходы, примерно 8% от общей суммы, 4909,84 рублей.

Расходы на тару и упаковку, 3% от общей стоимости оборудования: 1841,19 рублей.

Другие непредвиденные расходы, 1,5% от общей стоимости оборудования: 920,60 рублей.

Общие капитальные вложения будут равно сумме всех затрат:

$$Кобор = K_{пр} + K_{тр} + K_{т/у} + K_{пнр} \quad (5.1)$$

$$Кобор = 61373 + 4909,84 + 1841,19 + 920,60 = 69044,65 \text{руб.}$$

5.2 Материальные затраты

Рассматривая материальные затраты необходимо отметить, что величина материальных затрат складывается из оплаты за установку и настройку оборудования, оплата материалов, запасных частей. Данные составляющие материальных затрат можно определить следующим образом:

а) затраты на оплату установки и настройки оборудования:

$$Зу = T * P_d \quad (5.2)$$

где T – 150 руб/час - тариф работы электромеханика.

Rд = 8 час. – полный рабочий день

$$Зу = 150 * 8 = 1200 \text{руб.},$$

б) затраты на материалы и запасные части составляют 3,5% от ОПФ:

В итоге материальные затраты составляют:

$$Зм = 69044,65 * 0,035 = 2416,55 \text{руб.}, \quad (5.3)$$

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Общие материальные затраты равны:

$$Z_{общ} = Z_u + Z_m = 1200 + 241655 = 361655 \text{руб.} \quad (5.4)$$

5.3 Амортизационные отчисления

Под амортизацией понимается процесс постепенного возмещения стоимости основных фондов, в целях накопления средств для реконструкции и приобретения основных средств. Самым распространенным способом оценки амортизации является учет амортизации, составленный исходя из общего срока службы основных фондов, в этом случае:

$$AO = T / F, \text{ руб} \quad (5.6)$$

где Т – стоимость оборудования, F – срок службы этого оборудования.

$$AO_{год} = 69044,65 / 12 = 5753,75$$

Таблица 5.2 – Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов

	Вид затрат	Стоимость затрат, руб.
	Материальные затраты	3616,55
	Амортизационные отчисления	5753,75
	Итого:	9370,30

5.4 Экономия компании ОАО «РЖД»

На 2017 год в России насчитывается 165 восстановительных поездов. Каждый из которых укомплектован мобильным комплексом видеоконференцсвязи. У 90 процентов поездов шлем для дистанционной интерактивной передачи видеoinформации через систему ВКС первого поколения. Как показал анализ существующей системы, комплект «Шлем» не способен обеспечить качественную передачу видеoinформации на удаленном расстоянии.

Стоимость обновленного комплекта «Шлем», который может работать на расстоянии до 500 метров у производителя составляет 295330 рублей.

Затраты на оборудование для восстановительных поездов:

$$Зоб = 90\% * 295330 = 148 * 295330 = 43708840 \text{ руб.} \quad (5.8)$$

Затраты на модернизированный комплект «Шлем»:

$$Змоб = 90\% * 61373 = 148 * 69044,65 = 10218608,2 \text{ руб.} \quad (5.9)$$

Экономия компании ОАО «РЖД» при выборе модернизированного комплекта:

$$Эк = Зоб - Змоб = 43708840 - 10216608,2 = 33492231,8 \text{ руб.} \quad (5.10)$$

Таким образом, при выборе данного проекта, экономия компании ОАО «РЖД» составит 33492231,8 рублей.

5.5 Основные показатели

В данном разделе осуществлена оценка капитальных вложений в предлагаемый проект и калькуляция эксплуатационных расходов. Затраты на обслуживание оборудования данный проект не предусматривает, производится только модернизация комплекса ВКС. Рассчитана экономия компании ОАО «РЖД» при выборе модернизированной системы. Рассчитанные технико-экономические показатели на конец расчетного периода сведены в таблицу 5.3. Таблица составлена с учетом сложения всех экономических показателей проекта.

Таблица 5.3 – Основные технико-экономические показатели проекта

Показатели	Численные значения
Капитальные затраты, руб.	69044,65
Затраты на установку оборудования, руб.	1200
Ежегодные эксплуатационные расходы, руб.	9370,30
Амортизационные отчисления, руб.	5753,75
Затраты на запасные части, руб.	2416,55
Экономия ОАО «РЖД», руб.	33492231,8

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выпускной квалификационной работы был проведен анализ существующей системы мобильного комплекса видеоконференцсвязи. Что помогло выявить недостатки системы. На основании минусов были разработаны требования к проектируемой системе. Для проекта были проанализированы существующие способы беспроводной передачи данных, и выбрана технология доставки видеоданных от оператора к мобильному комплексу ВКС. Для решения поставленных задач были разработаны структурная и функциональная схемы проекта, а также произведен выбор оборудования необходимого для реализации.

При проектировании были рассчитаны экономические показатели и капитальные затраты на реализацию проекта. Так же была рассчитана экономия компании ОАО «РЖД» при выборе модернизации существующего оборудования, которая составит 33492231,8 рублей.

Таким образом поставленная цель достигнута. Модернизация существующей системы приведет к повышению эффективности управления процессом устранения последствий аварий, повысит качество работы региональных центров связи ОАО «РЖД» и эффективность работников медицинской службы.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы видео-конференц-связи. Электронный ресурс <http://www.lankey.ru/svyaz/videoconference/>. (дата обращения 10.11.16)
2. Типы видеоконференций ВКС. Электронный ресурс <https://www.bytemag.ru/articles/detail.php?ID=8648/>. (дата обращения 10.11.16)
3. Спутниковая связь на железнодорожном транспорте. Электронный ресурс. <http://sattrans.ua/stati/77-sputnikovaya-svyaz-na-zheleznodorozhnom-transporte.html>. (дата обращения 11.11.16)
4. Спутниковая связь Inmarsat. Электронный ресурс <http://satmobile.ru/inmarsat>. (дата обращения 12.11.16)
5. Спутниковая связь VSAT. Электронный ресурс <http://satmobile.ru/vsat>. (дата обращения 12.11.16)
6. Свирин, К. А. Спутниковая сеть VSAT / К. А. Свирин // Автоматика, связь, информатика. 2016. № 1. С. 21-23.
7. Терминал Thrane&Thrane Explorer 700 BGAN (Inmarsat Wireless Terminal). Электронный ресурс <http://shop.radioterminal.ru/catalog/sputnikterminal/element.php?ID=38900>. (дата обращения 17.11.16)
8. Панфилов А.В. Автономный комплекс дистанционной интерактивной аудио и видеосвязи, руководство по эксплуатации РЭ 4389-002-62846931-2010
9. ООО «Научно-производственная группа «ТРАДИЦИЯ» Шлем для дистанционной интерактивной передачи видеоинформации через систему ВКС в составе мобильного комплекса, Руководство по эксплуатации РЭ 4389-003-62846931-2011
10. Инструкция по эксплуатации переносного комплекса видео-конференц-связи Marsat. М. 2015.
11. Свирин, К. А. Мобильные комплексы видеоконференцсвязи / К. А. Свирин // Автоматика, связь, информатика. 2013. № 12. С. 14-16.

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

12. Алексеев, В.Н. Параметры Wi-Fi-оборудования, разрешенного для использования в Российской Федерации / В.Н. Алексеев // Журнал Беспроводные технологии. 2011.№1 С. 22 - 29.

13. Журнал Компьютер Пресс «Скоростная связь без проводов, или Стандарт 802.16» Электронный ресурс <http://compress.ru/article.aspx?id=9948> (дата обращения 6.01.17)

14. Архипкин, А.С. Стандарт WiMAX: техническое описание, варианты реализации и специфика применения / А.С. Архипкин // Журнал Беспроводные технологии. 2006.№3 С. 14 - 17.

15. Официальный сайт компании "Ubiquiti Networks" URL: <http://ubnt.ru/nanostation/nanostation-loco-m2> (дата обращения 1.12.16)

16. Официальный сайт магазина "СпортХит" URL: https://sporthit.ru/catalog/motoekipirovka-i-motoaksessuary/shlemy/otkrytyy/shlem_lazer_bolero_lx/?oid=89097 (дата обращения 13.12.16)

17. Официальный сайт компании "Mobiclick Technology Co., Ltd." URL: http://www.mobiclick.ru/katalog/element.php?IBLOCK_ID=30&SECTION_ID=282&ELEMENT_ID=2360 (дата обращения 1.12.16)

18. Официальный сайт компании "SJCAM" URL: <https://sjcam.ru/catalog/camers/sjcam-sj5000-wi-fi> (дата обращения 7.01.17)

19. Официальный сайт компании "BlueSet" URL: http://blueset.ru/products/page26/group_1026/item_419/ (дата обращения 19.01.17)

20. Официальный сайт компании " ООО "Системы защиты" URL: <https://protect-sys.ru/sistemy-videonablyudeniya-1/kommutatory-poe/optimus-sm1-12b-poe-splitter.html> (дата обращения 12.01.17)

21. Сайт магазина "Кремень" URL: <http://voentorg-spb.ru/product/zhilet-razgruzochnyj-universalnyj> (дата обращения 12.01.17)

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

22.Официальный сайт компании "Сарку" URL: <http://carku-russia.ru/product/carku-e-power-21/> (дата обращения 8.01.17)

					11070006.11.03.02.745.ПЗВКР	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		