МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»
Кафедра Телекоммуникационные системы

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____201___г.
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Мониторинг пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области на базе беспроводных сетей

Специальность 5В071900 Радиотехника, электроника и телеком

Выполнила Рамазанова С.К. Группа _____
(Ф.И.О.)

Научный руководитель ст. пр. каф. ТКС Гладышев М.В.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «25» 05 2016 г.
(подпись)

Консультанты:

по экономической части:

доцент Боканова
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «3» мая 2016 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

ст. преп. Бешимбетова
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «3» мая 2016 г.
(подпись)

по применению вычислительной техники:

к.т.н., ст. преп. каф. ТКС. Ворошилова Н.О.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «24» мая 2016 г.
(подпись)

Нормоконтролер: Дамидова Г.Д. ст пр-ль
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «25» мая 2016 г.
(подпись)

Рецензент: _____
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

_____ «____» _____201___г.
(подпись)

Алматы 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Факультет Радиотехники и связи

Кафедра Телекоммуникационных систем

Специальность 5В071900 Радиотехника, электроника и телекоммуникации

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта

Студенту Ромуалдовой Салтанат Кайратовне
(Ф.И.О.)

Тема проекта Мониторинг пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области на базе беспроводных сетей

Утверждена приказом по университету №_____ от «__» _____ 201___ г.

Срок сдачи законченного проекта «_____»_____201___г.

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

Частота, ГГц	8
Коэффициент усиления системы, дБ	104
Диаметр антенны, м	0,6
Режим работы	2+0
Протяженность интервала, км	15,49
КПД антенно-фидерного тракта, дБ	5

Перечень вопросов, подлежащих разработке в дипломном проекте, или краткое содержание дипломного проекта:

1. Характеристика системы пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса
2. Обзор существующих систем пожарной безопасности на нефтяных месторождениях
3. Подбор системы связи для передачи данных

4. Расчет проектируемой радиорелейной линии связи
5. Бизнес-план
6. Безопасность жизнедеятельности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Причины возгорания объектов нефтегазовых месторождений.
2. Функциональная схема локализации на нефтегазовых промыслах
3. Ориентировочный план расположения базовых станций Жанажол - Узень
4. План расположения оборудования систем контроля на территории месторождения
5 Схема частотного плана РРЛ
6 Базовая радиостанция Ассистент BR 10

Основная рекомендуемая литература:

1. Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Учебник для вузов под редакцией А.С Немировского. Москва Радио и связь. 1986г.
2. Н.Н. Чадышева, Л.П. Клоковская. "Спутниковые и радиорелейные системы передачи". Методические указания к выполнению курсовой работы. Алматы: АИЭС, 2008г.
3. Б.П Стариков, Баритов А.Н "Система пожарной безопасности" учебное пособие. С-Петербург Книжный Дом, 2003г.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	Бегимбетова А.С	01.04-30.04г.	
Экономическая	Боканова Г.Ш.	01.04-25.05.16	
часть			
Выч. техника	Ефремова Ю.И		
Расчетная часть	Глазышева Н.Р	05.05-20.05	

Продолжение приложения Н

График

подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
1. Характеристика системы пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса	05.01.16-10.01.16	
2. Обзор существующих систем пожарной безопасности на нефтяных месторождениях	25.01.16 - 28.01.16	
3. Выбор системы связи для передачи данных	09.02.16 - 21.02.16	
4. Сравнительный анализ систем передачи.	11.03.16 - 18.03.16	
5. Выбор оборудования для развертывания MINI-LINKE	25.03.16 - 03.04.16	
6. Расчет проектируемой радиорелейной линии	10.04.16 - 20.04.16	
7. Бизнес-план	25.04.16 - 28.04.16.	
8. Безопасность жизнедеятельности	29.04.16. - 03.05.16	

Дата выдачи задания «___» _____ 201___г.

Заведующий кафедрой _____ (Байкенов А.С.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель проекта _____ (Гнорышева Н.Н.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент _____ (Ромуанова С.К.)
(подпись) (Ф.И.О.)

Аңдатпа

Бұл диплом жобада Маңғыстау облысының радиорелелі байланыс жүйесі негізіндегі Өзен мұнай-газ кен орнындағы өрт қауіпсіздігі мониторингінің жүйесі жобаланған. Мұнай-газ кен орнындағы өртке қарсы қауіпсіздік мониторингінің қолданыстағы жүйелері қарастырылып, айтарлықтай тиімді түрі таңдалды, сондай-ақ сымсыз жылу берілгілері мен жүйе құрамына енетін басқа да жабдықтар таңдалды. Кен орнының орналасқан территориясын және жабдықтың құнын негізге ала отырып, радиорелелі мәліметтерді беру желісі және оны ұйымдастыруға арналған жабдық таңдалды. Бизнес-жоспар жасалып, жобаның өтелімділігі есептелген. «Тіршілік қауіпсіздігі» деген бөлімде қызметкерлердің еңбек жағдайлары қарастырылған, жасанды жарық беру, ауа вентиляциясы және өртке қарсы қауіпсіздік есептелінді.

Аннотация

В данном дипломном проекте была спроектирована система мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области на базе радиорелейной системы связи. Были рассмотрены существующие системы мониторинга противопожарной безопасности на нефтегазовых месторождениях, и выбран наиболее подходящий вариант, также выбраны беспроводные тепловые датчики и остальное оборудование входящее в состав системы. Основываясь на территориальном расположении месторождения и стоимости оборудования, была выбрана радиорелейная система передачи данных и оборудование для ее организации. Был составлен бизнес-план и рассчитан срок окупаемости проекта. В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены условия труда сотрудников, произведены расчеты искусственного освещения, вентиляции воздуха и противопожарной безопасности.

Annotation

In this project was designed fire safety monitoring system at the Uzen oil and gas field in Mangistau region on the basis of microwave communication systems. Fire safety monitoring system on oil and gas fields was considered existing and selected the most suitable option, chosen wireless thermal sensors and other equipments which is part of the system. Based on the territorial arrangement of the field and the cost of equipment, has been selected radio relay transmission system and equipment for its organization. It was made up a business plan and calculated the payback period of the project. In the "Safety" part discussed working conditions of employees, calculations are made of artificial lighting, ventilation and fire safety

Содержание

Введение 8
1 Характеристика системы пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса 9
1.1 Организация системы мониторинга для пожарной безопасности нефтяного месторождения 9
1.2 Модель интеллектуального месторождения 11
2 Обзор существующих систем пожарной безопасности на нефтяных месторождениях 15
2.1 Комплексная система автоматики пожаротушения на базе КТС-2000 15
2.2 Система противопожарной защиты с применением роботизированного пожарного комплекса (РПК) на базе лафетных стволов с дистанционным управлением 17
2.3 Система безопасности «Стрелец-Мониторинг» 19
2.3.1 Выбор оборудования для системы пожаротушения 22
2.3.2 Описание работы системы 25
3 Выбор системы связи для передачи данных 26
3.1 Сравнительный анализ систем передачи 26
3.2 Выбор оборудования для радиосистемы MINI-LINK E 31
4 Расчет проектируемой радиорелейной линии связи 37
4.1 Составление частотного плана 37
4.2 Расчет и построение продольного профильного интервала 38
4.3 Определение оптимальных высот подвеса антенн 43
4.4 Расчет запаса на замирание 45
4.5 Расчет времени ухудшения радиосвязи из-за дождя 45
4.6 Расчет времени ухудшения радиосвязи, вызванного субрефракцией радиоволн. Оптимизация высот подвеса 47
4.7 Проверка норм на неготовность 50
4.8 Расчет времени ухудшения радиосвязи из-за многолучевого распространения 51
4.9 Проверка норм на допустимое время ухудшения из-за многолучевого распространения 52
5 Бизнес-план 54
5.1 Резюме 54
5.2 Анализ продукции 54
5.3 Анализ рынка сбыта 55
5.4 Менеджмент 55
5.5 Маркетинг 56
5.6 Финансовый план 57
5.7 Расчет доходов от внедрения системы 62
5.8 Вывод по разделу 68
6 Безопасность жизнедеятельности 68

6.1 Анализ производственного процесса 68
6.2 Дежурно-диспетчерский центр мониторинга 68
6.3 Рабочее помещение 69
6.4 Расчет системы вентиляции 73
6.5 Оснащение помещений средствами противопожарной безопасности и средствами пожаротушения 76
6.6 Вывод по разделу безопасность жизнедеятельности 78
Заключение 79
Список литературы 80
Приложение А «Расчет РРЛ в программном комплексе Mathcad 14» 81
Приложение Б «Продольный профильный интервал для пролета ОРС «ЛПДС «Узень» - ОРС «УС Жанаозен»» 84
Приложение В Электронная версия ДП и демонстрационные видеоматериалы (CD-R)
Приложение Г Раздаточные материалы (формат А4 - 10 слайдов)

Введение

На сегодняшний день задача разработки и построения различных беспроводных каналов на местах, где до этого были проводные линии связи, является актуальной во многих областях. Использование беспроводной связи очень важно в системах мониторинга и автоматизации, так как в этих областях количество необходимых устройств может достигать сотен и тысяч.

Обычные проводные сети уступают беспроводным сетям по многим параметрам, которые с момента создания завоевали доверие людей. Уступают они сложностью монтажа, а следовательно, повышением экономических затрат и слабой гибкостью архитектуры. Иногда, вообще отсутствует возможность осуществить установку проводных линий из-за технологических или организационных условий. И в таких случаях именно беспроводные системы помогают решить проблему.

В течение долгого времени практическая прокладка беспроводных сетей была осложнена высокой стоимостью оборудования, низкой надежностью радиоканала, высоким потреблением энергии элементной базой и из-за сложности установки на необходимом объекте. В отличие от проводных линий, беспроводная связь не предполагает использование соединительных проводов, этот вид связи не требует сложных физических элементов инфраструктуры или технического обслуживания.

При помощи беспроводных технологий можно производить мониторинг пожарной безопасности без лишних денежных затрат, и ликвидировать неполадки на линии в более короткие сроки. Гибкость беспроводных сетей позволяет прокладывать линии связи на труднодоступные объекты. В данной дипломной работе будет рассмотрен наиболее оптимальный вариант мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области. Такие объекты, как нефтегазовые промыслы, являются пожароопасными из-за горючих жидкостей, обращающихся в технологическом процессе. Далее само оборудование, на котором основывается весь производственный процесс, находится под большим давлением, близкое расположение технических помещений и технологического оборудования подвергает опасности возникновения цепочки взаимосвязанных аварий. Еще одна особенность нефтегазовых промыслов состоит в ночном обслуживании оборудования, из-за необходимости непрерывного технологического процесса.

Поэтому такие объекты должны быть оснащены современными и надежными системами пожарной безопасности, но экономические затраты на такие системы иногда достигают огромных размеров.

Необходимо подобрать оптимальный вариант соответствия цены и качества оборудования пожарной системы на производственных объектах для обеспечения безопасности сотрудников предприятия и стабильного производства.

1 Характеристика системы пожарной безопасности предприятий нефтегазового комплекса

1.1 Организация системы мониторинга для пожарной безопасности нефтяного месторождения

Виды опасностей на нефтегазовых предприятиях:

- близко совместно расположены различные типы источников повышенной опасности;
- из-за больших выбросов паров при обычном использовании резервуаров, появляется большая вероятность возникновения пожара (область рядом с резервуаром взрывоопасная);
- высокая степень использования сложных систем автоматики, которые могут дать сбой при взаимодействии между собой;
- вероятность возникновения сбоя во время эксплуатации сложной автоматической системы;
- аварийная ситуация может возникнуть при возможной ошибке оператора системы;
- из-за большого расстояния между объектами появляются затруднения во время соединения составляющих системы для автоматического тушения пожара;
- аварийные ситуации распространяются с большой скоростью, огонь и взрывы мигрируют с большой скоростью во все стороны; высокая сила разрушения.

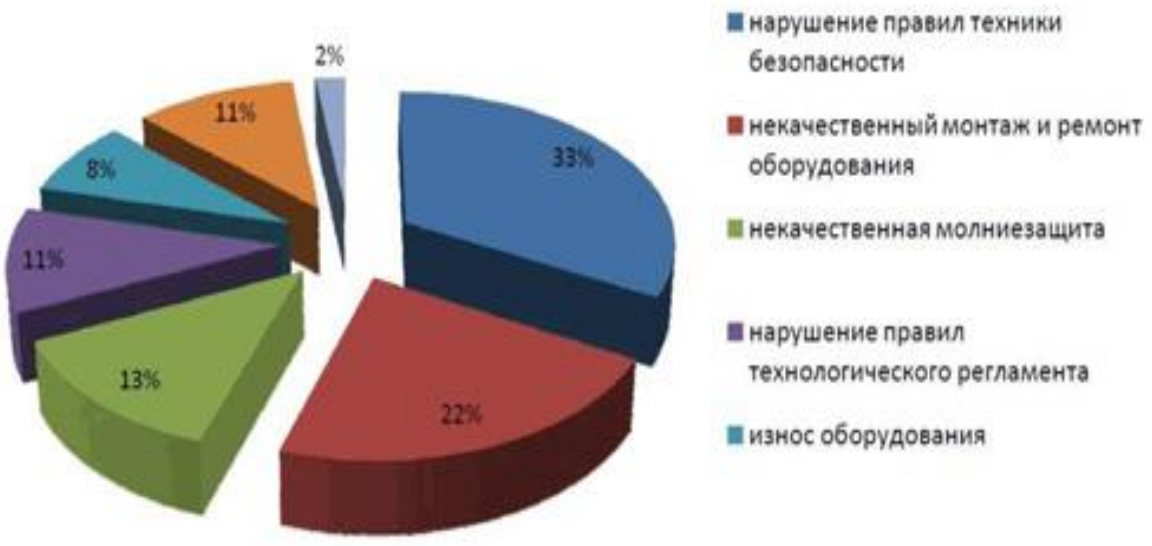


Рисунок 1.1 - Причины возгорания объектов нефтегазовых месторождений

Обеспечение пожарной безопасности на нефтегазовых месторождениях - это вопрос государственного масштаба, потому что эта отрасль является

одной из крупных составляющих вложений в валовый национальный продукт. При возникновении взрыва или других опасных ситуаций, будут огромные экономические и возможно человеческие потери. Необходимо изначально качественно спроектировать системы пожарной безопасности.

При установке системы мониторинга и контроля пожарной безопасности на нефтегазовых месторождениях необходимо чтобы она обеспечивала следующее:

- автоматические противопожарные датчики должны обнаружить и сообщить о возгорании на ранней стадии;
- ручные из вещатели также должны отправлять сигнал в случае их активации;
- автоматическая система пожаротушения должна подавать сигнал в указанные центры мониторинга;
- все составляющие системы пожарной безопасности должны подавать сигнал при возникновении пожара в систему эвакуации и оповещения людей;
- сигналы должны поступать и в систему автоматического отключения оборудования, которое осуществляет налив нефти;
- к автоматизированному рабочему месту (АРМ) оператора должен идти сигнал о состоянии всей противопожарной системы в реальном времени.

Рисунок 1.2 - Требования к системе пожарной сигнализации и автоматики на объектах нефти и газа

Система пожарной безопасности на нефтегазовых промыслах имеет свои особенности, они заключаются в том, что проектирование системы не бывает стандартно подходящей к любому нефтяному предприятию. Она должна разрабатываться индивидуально высоко квалифицированными специалистами, учитывая все особенности отрасли, оборудования и местонахождения. Еще один фактор заключается в том, что на таких взрывоопасных объектах тушение возгорания должно начинаться немедленно, иначе масштабы аварии могут увеличиться в разы за секунды [1].

Поэтому существует необходимость в изучении различных особенностей мониторинга. Для того, чтобы успешно контролировать систему необходимо наличие ниже приведенных составляющих:

- данные или информация из различных элементов сети. Данные мониторинга включают в себя информацию о рабочем, текущем состоянии и производительности находящихся под наблюдением;

- программное приложение или мониторинг должен уметь собирать, обрабатывать и предоставлять данные в удобном формате;

- программное обеспечение должно даже предупреждать пользователей о предстоящих проблемах на основе предельных значений;

- протокол или способ передачи информации между контролируемым элементом и программным обеспечением мониторинга.

Система оповещения о пожаре - это группа взаимосвязанных технических устройств, которые служат для извещения центрального пункта наблюдения о пожаре на объекте охраны, контрольных и диагностических оповещений, передаваемых по каналам связи.

Системой мониторинга пожарной безопасности является дистанционный сбор данных с объекта о его техническом состоянии по каким-либо каналам связи для мгновенных действий при пожарах, взрывах и других экстренных ситуациях.

При такой системе пожарного мониторинга человек не участвует в оповещении специальных служб пожарной безопасности, так как процесс передачи сигнала происходит автоматически.

1.2 Модель интеллектуального месторождения

Огромной задачей для организаций занимающихся добычей нефти и газа является создание, некой, интеллектуально развитой концепции месторождения и последующее ее применение в настоящем процессе добычи нефти и газа преследуя цель улучшения процессов добывания и создания необходимых условий безопасности на нефтедобывающих предприятиях..

Модель интеллектуально развитого месторождения - это совокупность, включающая в себя модель геологическую, технологическую, экономическую и модель технических разработок.

Интеллектуальна модель месторождения создается с учетом основных аспектов:

- контролирование подлежащих измерению параметров каждого технологического участка добычи на месторождении в текущем временном режиме и информационная подача на контрольный пункт управления;

- автоматизированная регулировка каждого из процессов добычи, а также контроль используемого материала.

Под интеллектуальной моделью добычи подразумевается создание в результате системы материально сбалансированного месторождения и возможностью высококачественного управления потоком материала.

Пункт ведения управления местом добычи и телемеханики, размещается в не взрывоопасном месте. Приборы данных и механизм во взрывоопасной зоне соответствуют нормам. Посредством частотного преобразователя осуществляется управление насосом скважины, делается контрольный замер

давления нефти, стационарно расположенный эхолот помогает увидеть эхограмму в реально текущем временном потоке, стационарно расположенный динамограф дает возможность замерить силу динамической нагрузки скважины. При помощи счетчика электроэнергии ведется контроль ее расхода на месте добычи, детектор газа замеряет загазованность в области устья место рождения, пожарные датчики сигнализируют об угрозе воспламенения на месте добычи. Скважина работает как в автоматическом режиме, управляемая контроллером, там и в режиме диспетчерского управления, необходимая информация диспетчеру передается по радио связи.

Возможность анализирования и прогнозирования всего процесса добычи, а также постоянное усовершенствование возможности диагностики при мониторинге качества добычи есть ключевая составляющая интеллектуальной модели месторождения. Анализ данных Динамограммы и Эхограммы скважины по добычи нефти полученных на автоматизированном рабочем пункте оператора-технолога в диспетчерской есть яркий пример внедрения диагностических приборов в систему автоматизации добычи нефти.

Развитие и применение энергосберегающих технологий играют огромную роль в общей модели интеллектуального месторождения. Например, использование беспроводной технологии и энергонезависимого альтернативного источника энергии при замере физических параметров и подачи их в контрольные диспетчерские пункты на фонтанирующих нефте - и газодобывающих скважинах.

Пульт центрального наблюдения, куда поступают данные с контролируемых зон, данную информацию анализирует дежурный диспетчер, после чего принимается решение о последующих действиях и указание диспетчера передается на соответствующий участок. На данном пункте также на регулярной основе записываются данные о всех объектах, находящихся под наблюдением.

Каналообразующее оборудование и каналы передачи информации. Для обмена информацией в современных системах мониторинга используются различные среды передачи и виды связи. Для беспроводных систем в общем случае применяются радио каналы, или используют GSM-каналы, обычные телефонные линии, Wi-Fi и т.д. Автоматическая пожарная сигнализация объекта.

Существует ряд проблем в использовании и разработке систем пожарного мониторинга:

- не имеется определенных стандартов, описывающих нужные требования к разрабатываемым системам мониторинга пожарной безопасности, особенностей качественных и функциональных характеристик, определяющих протоколы обмена данными;

- огромный риск ложного срабатывания пожарной сигнализации. В периоды большого потока образования ложных срабатываний, пожарные транспортные средства не смогут оперативно перемещаться по всем объектам;

- из-за несовместимости оборудований различных производителей имеет место невозможность общей работы устройств пожарной сигнализации и систем пожарного мониторинга. В связи с этим нужно создать стандарты для сопряжения различного оборудования.

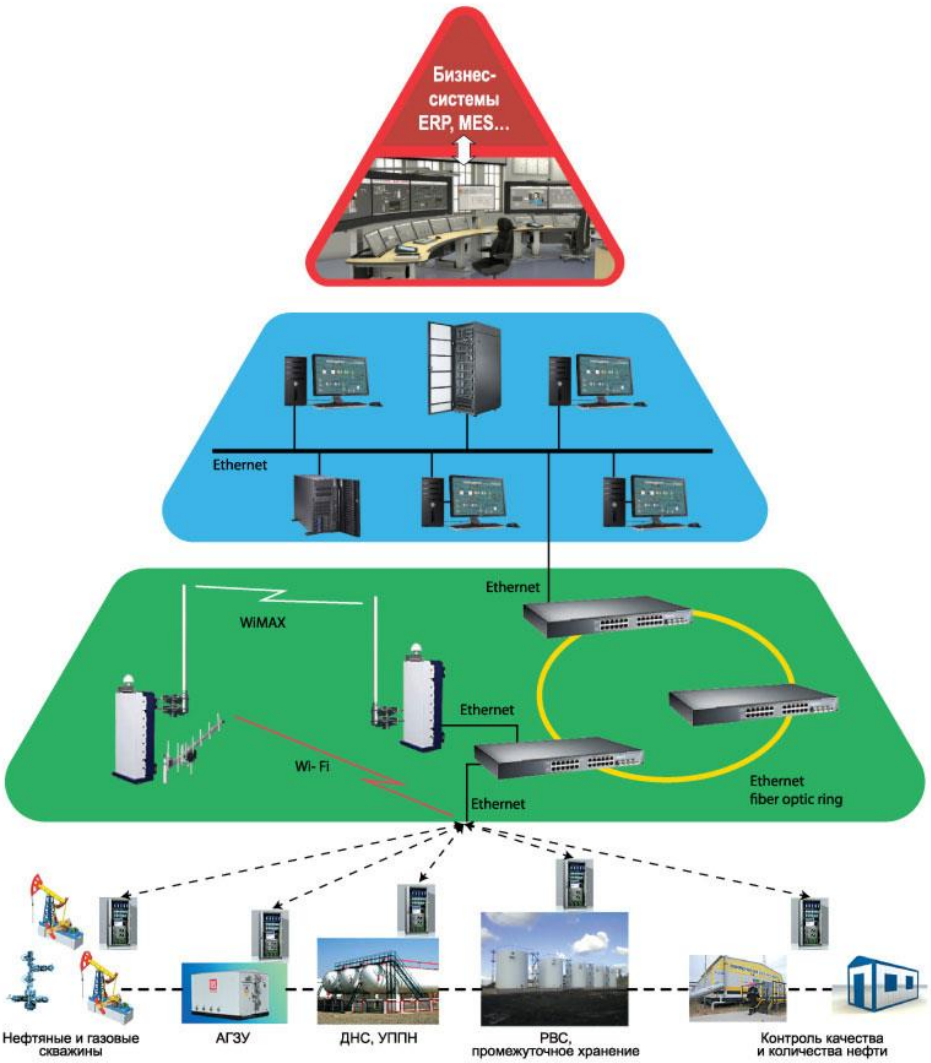


Рисунок 1.3 - Интеллектуальная модель месторождения

Панель управления системы есть центр сети датчиков, к примеру дымовых датчиков, или детекторов температуры. В то время, когда система подключена и какой-то из данных датчиков срабатывает сигнал отправляется на главную станцию.

Автоматические устройства способны принимать разные формы, используемые для срабатывания на разное количество обнаруживаемых физических изменений, связанных с огнем: детектор дыма, датчик пламени, датчик газов сгорания, детектор тепловой энергии и т.д. последние разработки позволяют пользоваться камерами и компьютерными алгоритмами при анализе видимых последствий пожара.

Детектор дыма. Это устройство, для обнаружения наличия дыма в помещении, предупреждающее работников, позволяющее им избежать пожара или отравления угарным газом. Сейчас существует два вида детекторов дыма. Это фотоэлектрический детектор, он использует оптический луч при поиске дыма. Источник света и датчик освещенности работают так, что лучи источника не попадают на световой датчик. Во время попадания частиц дыма на луч, часть света рассеивается и перенаправляется на датчик и включается сигнал тревоги. Данный вид детектора более оперативно срабатывает на тлеющий огонь, выделяющий не малый объем дыма. Другой вид известен как ионизационная камера детектора дыма, это оперативное нахождение пылающих очагов, выделяющих малое количество дыма. Данный детектор пользуется радиоактивным материалом для ионизации воздуха в измерительной камере, присутствие дыма влияет на поток ионов между парой электродов, вызывающих тревогу.

Тепловой детектор. Тепловые детекторы используются для уменьшения вреда имуществу с помощью фиксирования изменения температуры, спровоцированного пожаром. Тепловые извещатели пользуются набором чувствительных к температуре резисторов, так называемых термисторов, в которых уменьшается сопротивление с ростом температуры. Один термистр защищен от температуры окружающей среды, другой подвергается воздействию температуры. Резкое повышение температуры снижает сопротивление в открытом термистре, пропускающем огромное количество тока, для активации сигнала тревоги. Самой популярной фиксированной точкой температуры для тепловых детекторов является 136,4 ° F (58 ° C). Технологическое развитие позволило улучшить детекторы, которые активируются при отметке в 117° F (58 ° C), увеличивая время реагирования на пожар

Детектор пламени. Датчики пламени срабатывают на производство одного или некую комбинацию ультрафиолетового и инфракрасных спектров электромагнитного излучения. Данные детекторы регулярно используются там, где есть потенциал для быстрого возгорания пожара или легко воспламеняются жидкости или газ. Подобные детекторы имеют электронную схему с приемником электромагнитного излучения. Датчики пламени приходят в действие, при обнаружении электромагнитного излучения одной или более длин волн в соответствии с спектром ультрафиолетового или инфракрасного излучения. Для совершенствования функционала датчиков и минимизации вероятности ложной тревоги необходимо установить в датчик схемы, реагирующие на оба вида излучения.

Все виды детекторов имеют свои достоинства и недостатки, необходимо проанализировать их и выбрать наиболее подходящий вариант для месторождения Узень и для выбранной противопожарной системы.

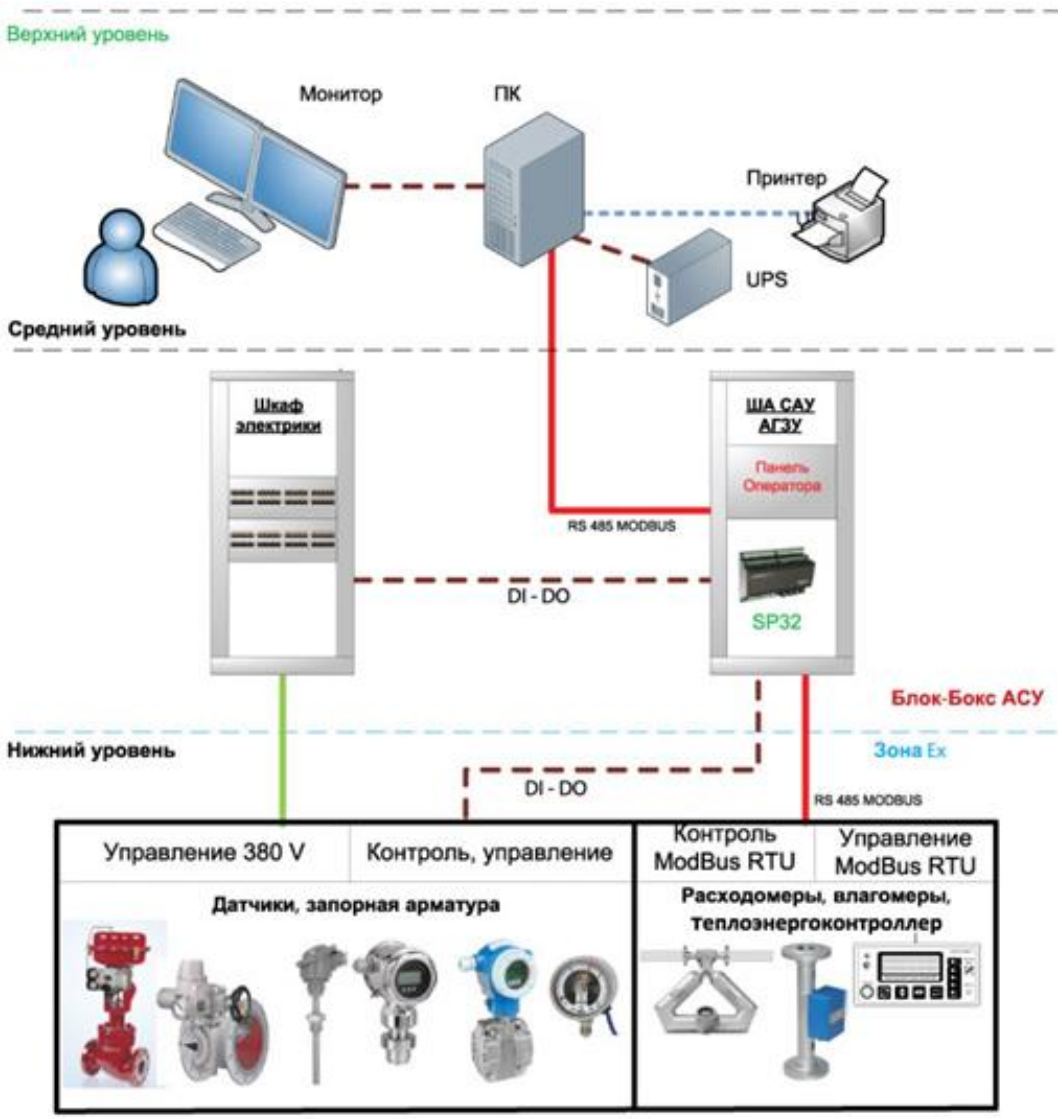


Рисунок 1.4 - Модель интеллектуального месторождения на примере САУ АГЗУ

2 Обзор существующих систем пожарной безопасности на нефтяных месторождениях

2.1 Комплексная система автоматики пожаротушения на базе КТС-2000

Подобная система пользуется методом разветвления технологических и сервисных данных, и создании запасных линий связи по альтернативному каналу. В реальности, в качестве полевой линии связи в основном используется интерфейс RS-485.

Первый уровень АСУТП (автоматизированной системы управления технологическим процессом) – это датчики, сигнализаторы, пожарные извещатели различных типов, преобразователи кодов.

Ко второму уровню относят локальные шкафы пожарной автоматики, преобразующие сигналы, организации обмена информацией с устройствами и элементами КТС, а также локальные задачи автоматизации.

Третий уровень – уровень диспетчерского пункта. К оборудованию третьего уровня относится центральный шкаф автоматики пожаротушения.

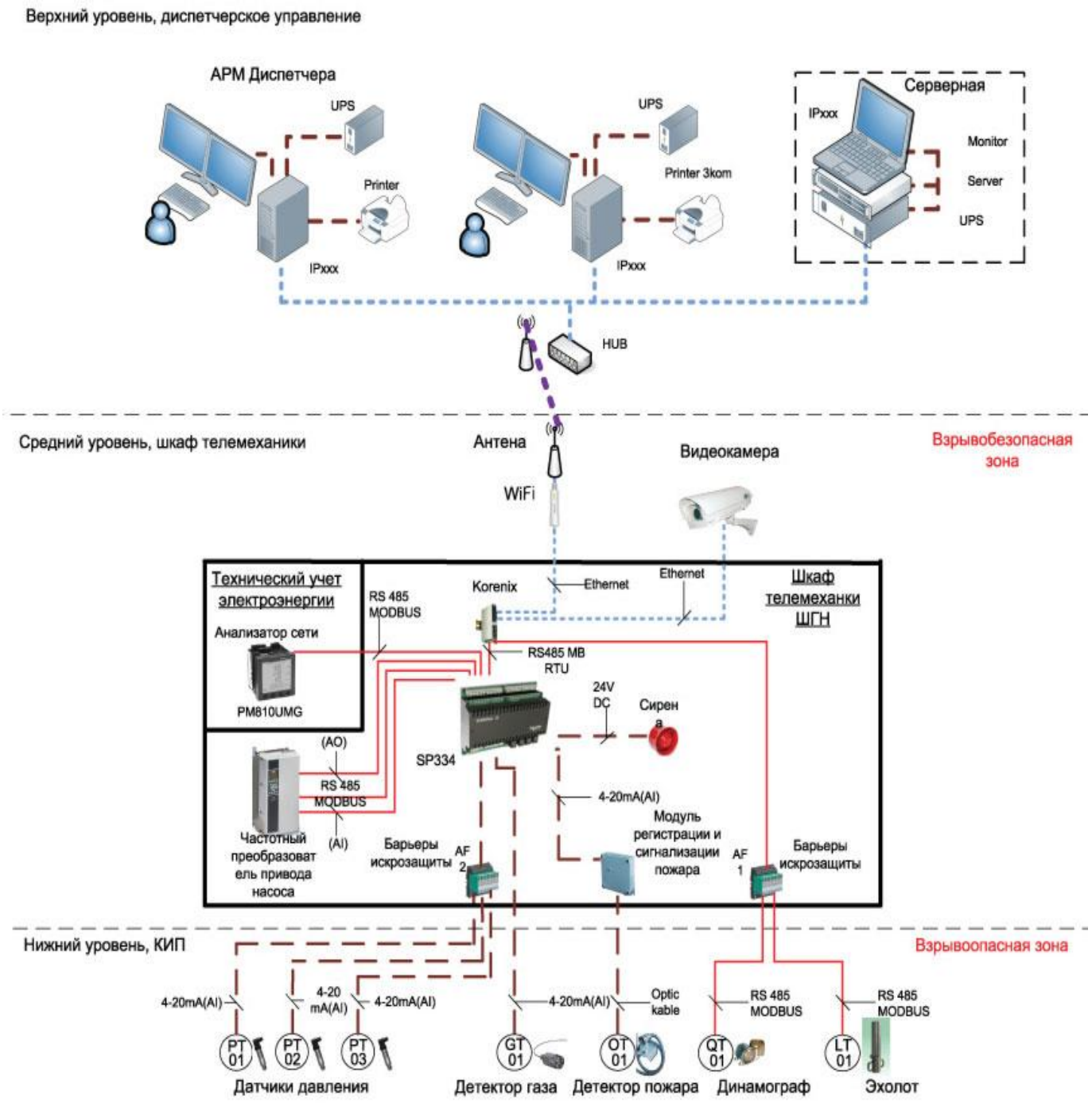


Рисунок 2.1 - Структура трех уровней системы пожаротушения на без КТС-2000

Весь перечень периферийных устройств КТС-2000 исполнены таким образом, что их возможно эксплуатировать в зонах с повышенной взрывоопасностью зданий и внешних установок при колебаниях температуры от -40 до +75°С.

В качестве протокола на полевых интерфейсах связи RS-485 максимальное внедрение получил MODBUS-RTU. Это простой протокол передачи информации, который не требует больших вычислительных ресурсов и, поэтому, его эксплуатация позволяет не увеличивать стоимость итогового продукта.

Тем не менее вместе с положительными качествами при построении широкой и максимально разветвленной сети передачи данных, MODBUS-RTU имеет некоторые минусы:

В стандартном варианте протокол MODBUS имеет наличие лишь одного MASTER-устройства, опрашивающее группу SLAVE-устройств. Подобный метод делает сегмент сети однозадачным (функционирование лишь на одно устройство высшего уровня) и организовывает только однонаправленную передачу данных.

Максимальное расстояние 1километр и максимальное количество 125 устройств в линии. Этого будет недостаточно для построения больших систем сбора информации в случае, если будет происходить расширение территории увеличение количества нефтегазовых хранилищ. В таком случае придется приобретать еще одну дополнительную систему, что приведет к денежным затратам.

2.2 Система противопожарной защиты с применением роботизированного пожарного комплекса (РПК) на базе лафетных стволов с дистанционным управлением

Роботизированный пожарный комплекс - это объединение нескольких пожарных роботов, у которых общая система управления и обнаружения возгорания. Пожарный робот - это устройство, которое сделано на неподвижном основании, в его состав входят пожарный ствол, который имеет некоторое количество степеней подвижности, этот ствол имеет систему приводов, и устройство программного управления. Устройство принадлежит к оборудованию для автоматического тушения пожара. Роботизированный пожарный комплекс применяющий пожарных роботов высокого давления принадлежит к оборудованию для автоматического тушения пожаров, минимальное количество пожарных роботов равно двум и более, в него входит лафетный ствол с установленными на нем приводами вертикального и горизонтального наведения, дисковым затвором и устройством, которое находит возгорание, соединенными с блоком коммутации на входе, а на его выходе - с пультом дистанционного управления и устройством управления, которое через приемно-контрольное устройство соединено с пожарными извещателями; пожарные роботы соединены с пожарным трубопроводом через насосы высокого давления, они через пусковое устройство соединены с

устройством управления, а на выходе лафетных стволов установлены насадки высокого давления для формирования мелко распыленной струи.

РПК предназначается:

- для тушения и локализации пожара в автоматическом или дистанционном режиме;
- для охлаждения объектов защиты, находящихся в непосредственной близости к очагу пожара в автоматическом или дистанционном режиме.

РПК применяется для защиты:

- наружных технологических установок;
- резервуарных парков нефтепродуктов;
- сливоналивных железнодорожных эстакад;
- сливоналивных автомобильных эстакад.

Шкафы, пожарные роботы, дисковые затворы устанавливаются на территории объектов НПЗ. Остальное оборудование устанавливается в помещении круглосуточного дежурства.

Максимальная длина линии связи -1500 м.

Система строится на базе интегральной системы безопасности «Стрелец-Интеграл», которая обладает уникальными возможностями интегрирования беспроводных и проводных устройств системы «Стрелец»

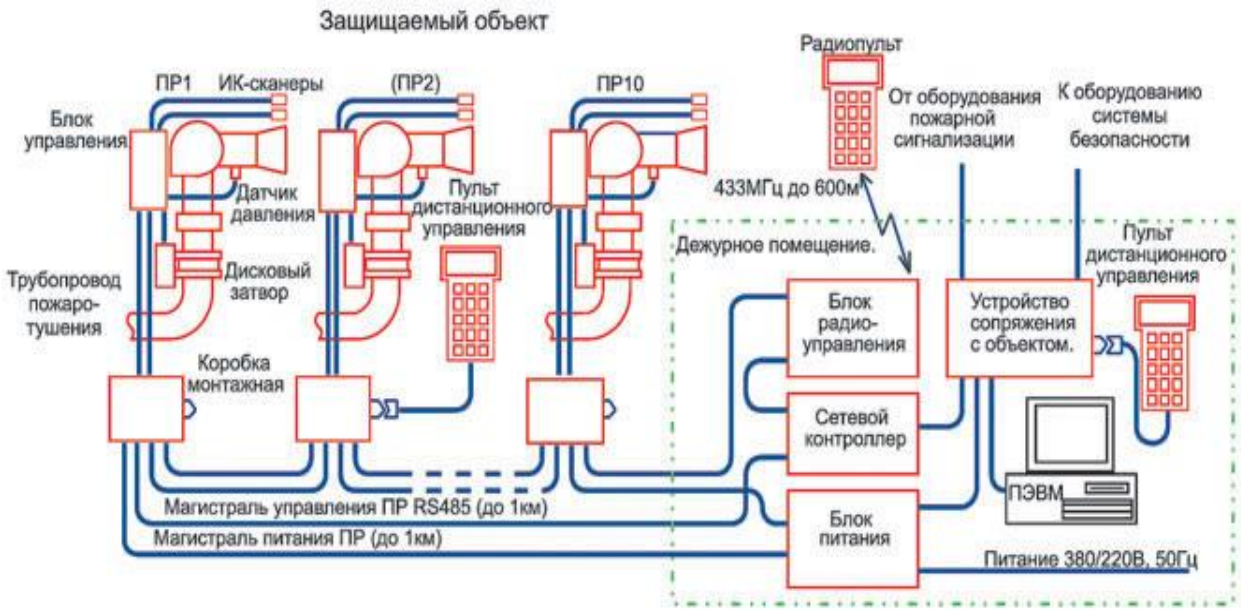


Рисунок 2.2 - Типовая схема защиты объекта пожарными роботами

Шкафы, пожарные роботы, дисковые затворы устанавливаются на территории объектов НПЗ. Остальное оборудование устанавливается в помещении круглосуточного дежурства.

Шкаф является главным управляющим устройством комплекса и предназначен для выполнения общесистемных функций РПК:

- взаимодействие с системой пожарной сигнализации, датчиков технологической защиты объекта;

- выдача заданий ПР для выполнения тушения, а также заданий для выполнения охлаждения конструкций защищаемого объекта;

- опрос оборудования РПК в рабочем и дежурном режиме с целью контроля состояния оборудования;

- предоставление информации оператору через интерфейс пользователя.

Максимальная длина линии связи -1500 м.

Недостаток данной системы заключается в большом расходе воды, которая необходима для работы лафетных стволов, увеличивается размер ущерба из-за воды во время тушения пожара, и наведение струи имеет не высокую точность, потому что действия осуществляются используя расчетные данные по заданию баллистических параметров наведения струи без обратной связи по настоящему направлению струи в реальном времени, это сильно ухудшает эффективность применения оборудования например, для наружных установок, где на струю влияют переменные ветровые нагрузки.

2.3 Система безопасности «Стрелец-Мониторинг»

Рассматриваемая система включает в себя:

- система пожарной сигнализации (СПС);
- система оповещения и эвакуации людей при пожаре;
- система оповещения о чрезвычайных ситуациях;
- система контроля и управления доступом.

Особенности:

- гибридность системы: «радио» + «провод»;
- интеграция с промышленной автоматикой;
- автоматический мониторинг по всем каналам (Радио, IP-сеть, GSM, Contact ID).

Данная система позволяет объединять и использовать вместе беспроводные приборы более старого поколения системы Стрелец (датчики, механические устройства, управляющие элементы и т.д.) и проводные устройства следующего поколения.

Назначение системы отправки оповещений заключается в том, чтобы передавать извещения от оборудования пожарно-охранной сигнализации, которое установлено на объектах, на централизованный пульт управления и отправки команд, управляющих объектовым оборудованием.

Радиоканал применяется для обмена данными среди элементов системы. Данная беспроводная система отправки извещений создана из некоторого количества радио канальных устройств, которые передают друг другу данные использую радиосигналы, каждый канал в системе является двусторонним.

На контролируемых объектах устанавливаются объектовые станции, на ПЦН – пультовая станция.

Радиосистема использует частоты диапазона 433,05-434,79 МГц, который не требует проведения регистрации и получения разрешения для

использования. Беспроводные периферийные устройства, такие как пожарный извещатель, охранный, технологический или оповещатель, обладают автономным питанием.

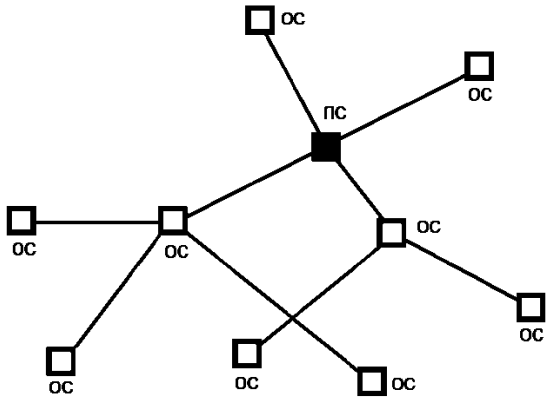


Рисунок 2.3 - Общая схема расположения объектовых и пультовых станций

Пультовая станция выполняет следующие функции:
- прием извещений от ОС;
- передача на ОС команд управления объектовым оборудованием;
- обмен данными с ПК в составе АРМ;
- контроль собственного состояния станции.

Объектовая станция выполняют следующие функции:
- передача извещений от объектового оборудования к ПС;
- прием от ПС команд управления объектовым оборудованием;
- ретрансляция извещений на другие ОС для доставки на ПС;
- контроль собственного состояния станции.

Система, оповещающая о возникновении ЧС будет основываться на программно-аппаратном комплексе ПАК «Стрелец-Мониторинг», он сочетает в себе функции ЛСО, СПИ (система, передающая извещения о пожаре). Благодаря этому можно сразу автоматически отправлять в МЧС оповещение о возникновении пожара и организовывать процесс оповещения рядом с опасным объектом.

Связь среди составляющих программно-аппаратного комплекса «Стрелец-Мониторинг» производится по каналу на частотах, которые выделены для МЧС [4].

Также необходимо рассмотреть принцип работы оборудования, установленного на нефтяных резервуарах, производящего тушение огня, в случае пожара. Обычно, пожары в резервуарах начинаются с взрыва паровоздушной смеси в верху самой емкости, из-за этого происходит подрыв крыши, далее горит вся поверхность нефти.

В самом начале горение горючих жидкостей в резервуарах обладает сильным излучением теплоты в среду, и высота светящегося участка огня может доходить до 1-2 диаметров данной емкости.

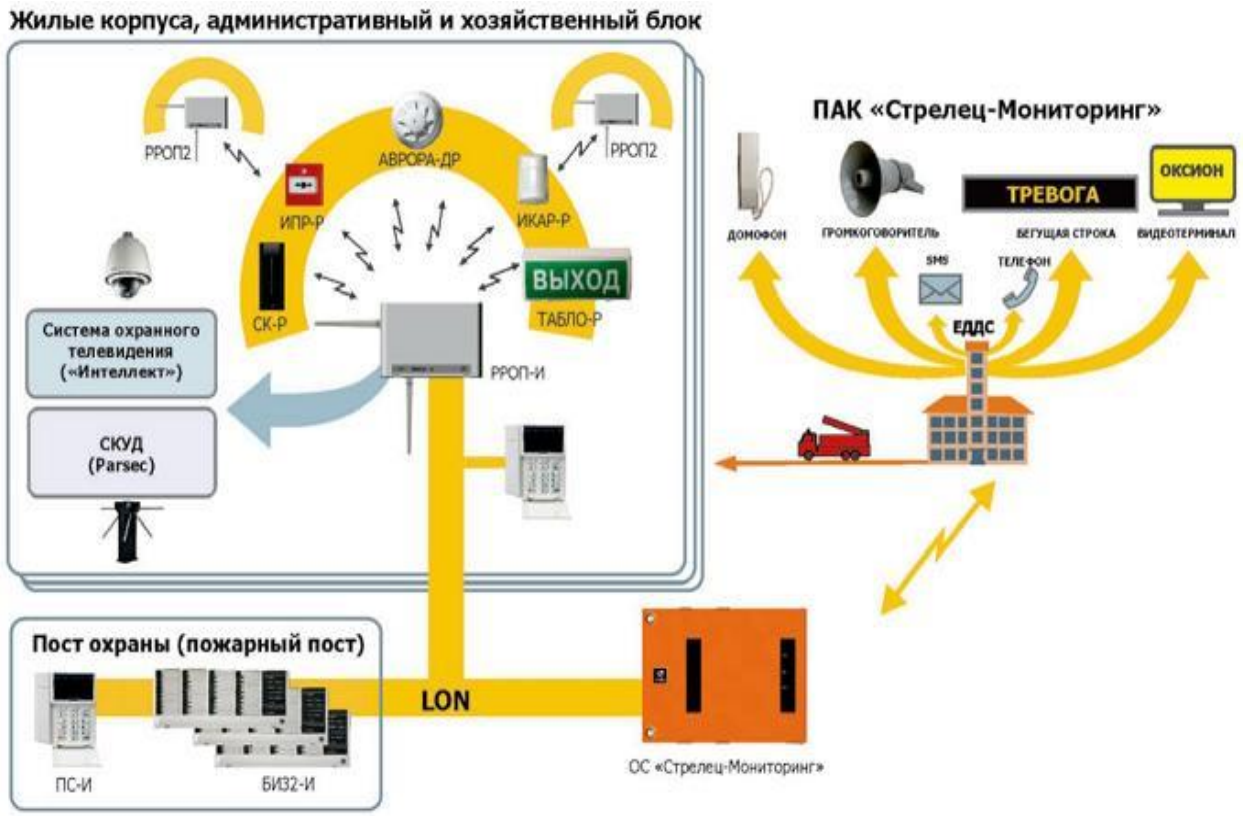


Рисунок 2.4 - Система оповещения о возникновении пожара

Современная аппаратура пожарного мониторинга и безопасности, установленная своевременно на нефтяные резервуары, основанная на автоматизированных комплексах помогает значительному уменьшению риска появления пожара и финансовые затраты при возникновении чрезвычайной ситуации.

При возникновении пожара в резервуарах в некоторых случаях возникают участки, до которых тяжело добраться, их называют карманы. Они бывают разной формы, и имеют разную площадь, что сильно затрудняет процесс тушения огня.

Тушение огня в резервуаре будет производиться пеной, которая будет подаваться с верхней части резервуара и подаваться синтетическим фторсодержащим пленкообразующим пеногенератором марки «Champion». Стенки горящего резервуара и также стенки рядом стоящих резервуаров будут охлаждаться подаваемым пеногенератором огнетушащим веществом. Пена и вода может подаваться на большое расстояние (90-130 м), что позволит защитить резервуар с нефтепродуктами и участок обвалования резервуара.

Благодаря электрическому приводу и способности удаленно управлять системой оператор может производить тушение находясь в безопасной зоне.

Управление системой на расстоянии позволит уменьшить потери горючих жидкостей и уменьшит вероятность получения травм людей.

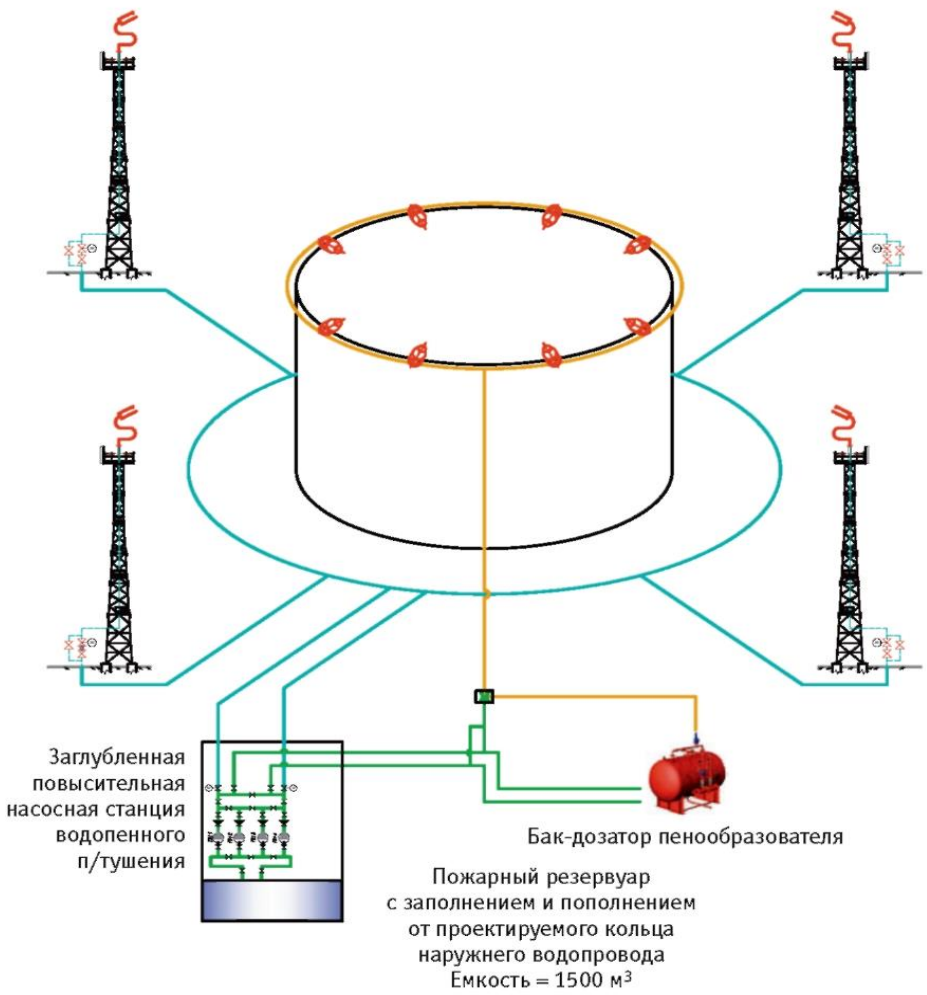


Рисунок 2.5 - Функциональная схема пожаротушения на нефтегазовых хранилищах

2.3.1 Выбор оборудования для системы пожаротушения

Датчик. Датчики Accutech. Автономные беспроводные устройства с использованием датчиков Accutech производят измерение давления, температуры, уровня, расхода и других параметров и передают данные при помощи радиосигнала на расстояние более 1 километра. Каждая базовая радиостанция Accutech может поддерживать до 100 полевых приборов с выборкой значений до 1 сек по всем устройствам. 256 базовых радиостанций, объединенных в одну сеть, могут осуществлять почти бесконечную масштабируемость. Кнопки конфигурации на приборах и простые тестовые ссылки позволяют развернуть сложную сеть за час.

Беспроводной резистивный датчик температуры RT-10 имеет следующие хрктеристики:

- тип датчика: термосопротивление высокой частоты широкого диапазона температур: от -200 до 800 °С;
- расположение: полевой модуль;
- диапазон частот: 2,4 ГГц;

- питание: встроенная батарея C-Cell, которая обеспечивает 3-х летний срок службы;

- интерфейс удаленной конфигурации: ПО Accutech Manager, разработанное на базе Windows. обеспечивает мониторинг сети, управление функциями устройств и возможности конфигурации;

- интерфейс конфигурации по месту: встроенная ЖК панель с мембранными кнопками, панель отображает значения давления и сообщения об ошибках (если применяются), настройка радиочастотных параметров осуществляется в местном режиме с помощью мембранных кнопок;

- отклонение: не более 0,025% в год;

- скорость передачи данных: 50/100 кбит/с (FSK– частотная манипуляция)200 кбит/с (GFSK– частотная манипуляция с фильтром Гаусса);

- мощность передачи сигнала: +10,6 дБм;

- чувствительность приема сигнала (процент ошибочных битов 0,1%): -102 дБм, при скорости передачи данных 50 кбит/с, -99 дБм при 100 кбит/с-99 дБм при 200 кбит/с ;

- подавление несущей приемником: 64 дБ при отстройке от несущей +/-5 МГц74 дБ при отстройке от несущей +/- 30 МГц.

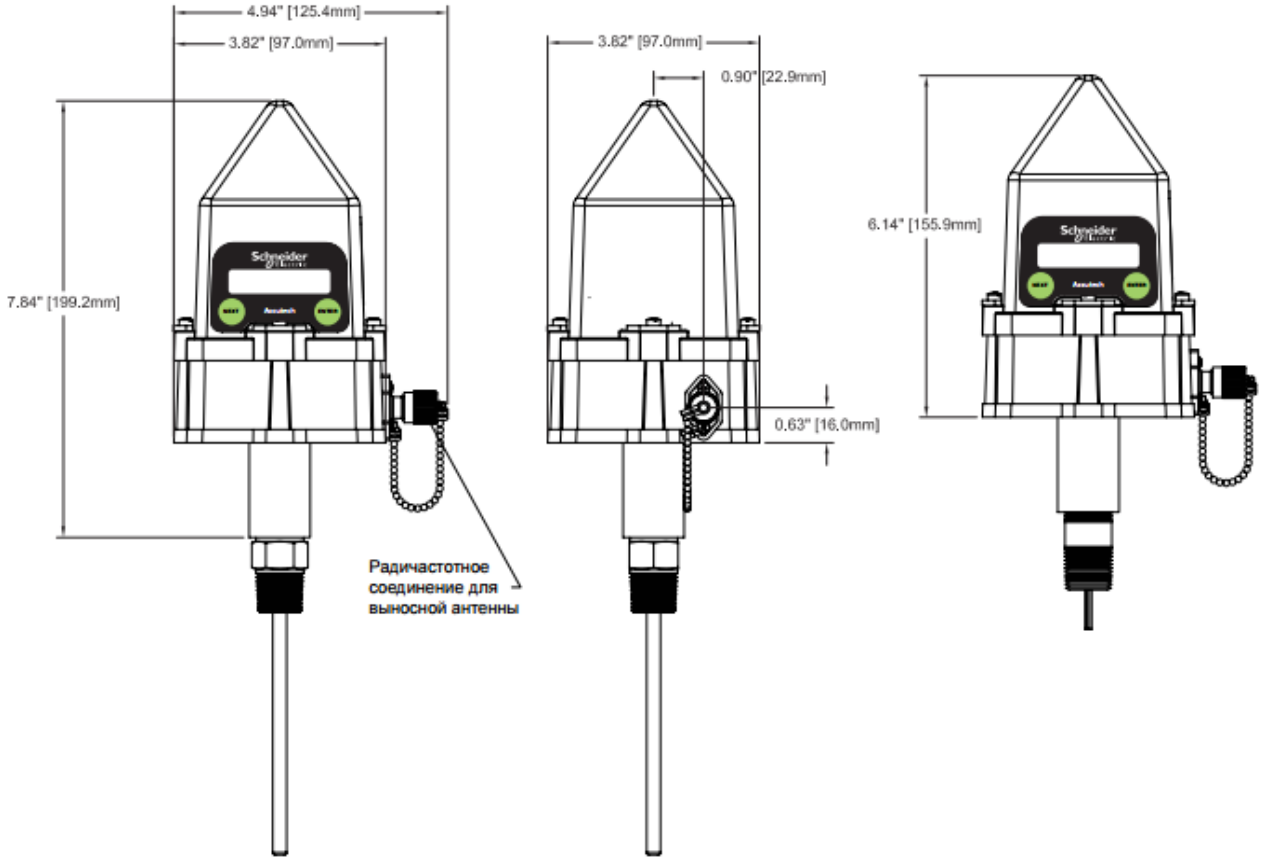


Рисунок 2.6 - Габариты теплового датчика RT-10

Коммутатор. Лантан SD-5408 – высокопроизводительный промышленный управляемый коммутатор, обеспечивающий высокую скорость передачи данных и улучшенную функцию безопасности.

Основные характеристики:

- 16 портов 10/100TX + 4 порта 100/1000M SFP;
- поддержка кольцевой технологии ITU G.8032 v2/2012;
- питание: двойной ввод 24/48 В DC;
- рабочая температура –40 °C ~75 °C;
- поддержка стандартов IEEE 802.1d Spanning Tree & IEEE 802.1w RSTP, 802.1s MSTP VLAN redundancy, IEEE 802.1ab LLDP, Cisco CDP, IEEE 802.1p CoS;
- габариты: 72мм x 105мм x 152мм (Ш x Г x В). Максимальная глубина - 114 мм.

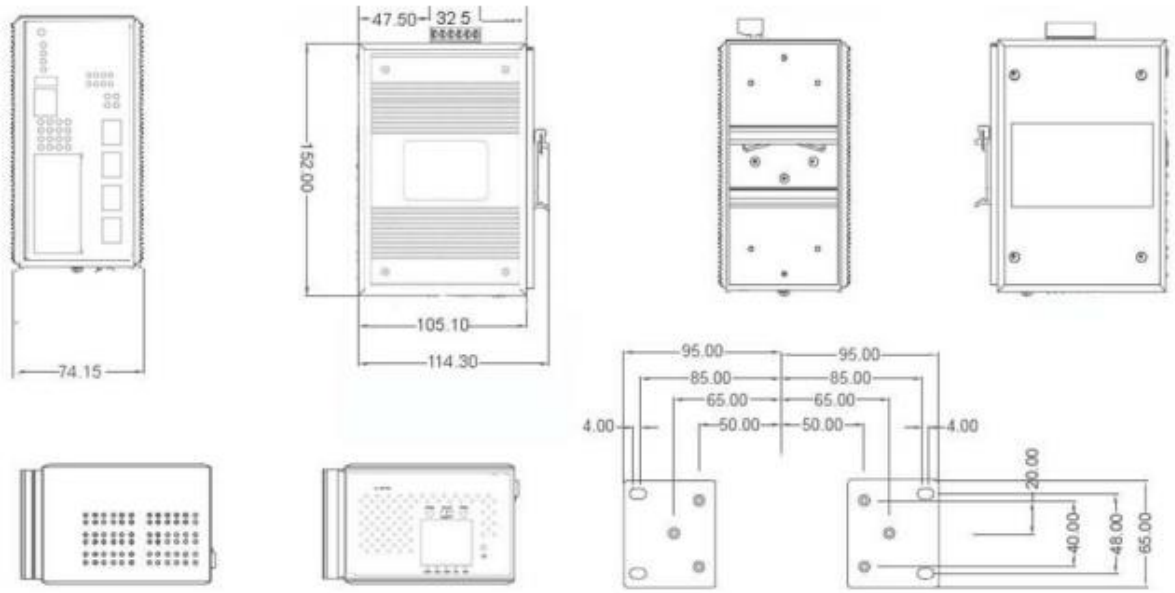


Рисунок 2.7 - Физические размеры коммутатора SD-5408

Оборудование “ЛАНТАН” применяется во многих отраслях промышленности, таких как железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, нефтегазовая промышленность, морской транспорт, электроэнергетика, системы водоочистки и водоподготовки, системы автоматизации зданий и промышленных предприятий, системы наблюдения и др.

Основные характеристики базовой радиостанции Accutech BR10 (TBUABR10):

- частота радиосигнала: 2.4 ГГц;
- расстояние передачи данных: при наличии препятствий до 1000 м;
- интерфейс: ПО Accutech Manager;
- питание: 9-38 В DC, 24 В DC 40 мА;

- рабочая температура: от -40 до 85°С;
- влажность: 0 ~ 95%, без конденсации;
- защита: NEMA4.

Основная функция базовой радиостанции Accutech BR10 (TBUABR10) заключается в сборе и распределении информации о процессах на расстоянии. Базовая радиостанция должна автоматически функционировать и соединяться с беспроводными датчиками с помощью беспроводной сети, комплектует информацию о состоянии в общую базу и предоставляет доступ к информации для систем управления и объединения данных на месте с помощью локального последовательного интерфейса Modbus. Для того, чтобы подключиться к Ethernet можно использовать сторонние преобразователи Modbus TCP/IP.

Одна базовая радиостанция может быть подключена к 100 полевым устройствам. Чтобы увеличить число подключенных беспроводных датчиков можно одновременно использовать несколько базовых радиостанций в одной сети (до 256).

Рисунок 2.8 - Базовая радиостанция Accutech BR10

2.3.2 Описание работы системы

Способ подачи пены и огнетушащих растворов в резервуары нефти и нефтепродуктов

Тушение пожара производится пеной низкой и средней кратности, которая подается на поверхность нефти. Тушение воздушно-механической пеной происходит благодаря перекрытию доступа к поверхности горючего от огня. Слой пены накапливается и ограждает поверхностную часть нефти от теплового излучения огня, уменьшается поступающие в огонь пары и уменьшается степень мощности огня. Также из пены выделяется раствор пенообразователя и остужает нефть.

Принцип работы пеногенератора. Пеногенератор использует пену низкой кратности и используется для тушения огня в резервуарах с нефтью,

нефтепродуктами и другими горючими жидкостями. Он устанавливается на резервуарах с зафиксированными или плавающими крышками.

ГПН - это оконечное оборудование подачи пены низкой кратности на горючую жидкость и на само пламя огня, также производит генерацию пены, герметизацию газового пространства резервуара и направление потока пены в едином модуле, отличающемся высокой надежностью и низкими затратами на обслуживание.

Принцип работы блока-дозатора. Бак-дозатор служит для длительного хранения и автоматического смешения пенообразователя с водой и подачи пенообразователя в заданной пропорции (3%, 6%). Бак-дозатор заправляется фторсинтетическими пенообразователями типа «Мультипена», «Подслойный» и др. Бак-дозатор выпускается объемами 5000 л и 10 000 л Когда возникает пожар система автоматики включает насосную установку, она подает воду в бак по напорному трубопроводу. Увеличивающееся давление в баке сжимает эластичную емкость и вытесняет из нее пенообразователь, который по трубопроводу слива поступает в смеситель-дозатор. Одновременно с этим вода под давлением поступает из бака через трубопровод слива в этот же смеситель-дозатор.

Принцип работы пенообразователя. Применяя пресную и морскую воду, пленкообразующий пенообразователь Мультипена производит пену низкой кратности. Его использую при тушении нефти, нефтепродуктов, а также полярных жидкостей (спирты, простые и сложные эфиры, растворители и т.д.). Он создан тушить спиртосодержащие вещества. Можно использовать при тушении проливов сжиженных углеводородных газов.

При тушении полярного вещества, пена, выделяемая обычными синтетическими пенообразователями, разрушается. Из-за этого для лучшей эффективности необходимо использовать не обычные пенообразователи, а пленкообразующие. Но полисахариды, которые входят в состав пенообразователя, помогают образовывать пену, устойчивую к воздействию полярных жидкостей и снижать поверхностное натяжение водного раствора пенообразователя до величины меньшей, чем у спиртосодержащих жидкостей. Благодаря тому плёнка раствора, выделяющегося из пены, растекается по поверхности нефти и быстро уменьшает скорость ее испарения.

3 Выбор системы связи для передачи данных

3.1 Сравнительный анализ систем передачи

Стандарт мобильной цифровой связи GSM. Для передачи информации с использованием мобильной системы связи необходимо наличие базовых станций на рассматриваемой местности. Существующие базовые станции в городе Жанаозен не покрывают территорию месторождения, и так как на территории нефтегазового месторождения Узень в Мангистауской области

базовой станции нет, то возникнет необходимость в ее установке. Обычно, при проектировании мобильных станций, инженеры ориентируются на большое количество пользователей данной системы, а поскольку месторождение находится в отдалении от крупных населенных пунктов на рассматриваемом объекте их очень мало, соответственно, станции не будет использована целиком, а будет использоваться только их часть. Так что установка базовой станции специально только для организации противопожарной системы нефтегазового месторождения и ее мониторинга не выгодна экономически.

Рисунок 3.1 – Ориентировочный план расположения базовых станций Жанаозен - Узень

Спутниковая система связи. Главное достоинство спутниковой связи – это возможность организации связи в любой точке мира. Так как это беспроводная система, то при использовании спутниковой связи также нет необходимости в большом количестве проводов, что является плюсом в моем случае, потому что установка оборудования будет происходить на пожароопасном предприятии. При организации системы передачи данных, есть возможность использовать часть существующей полосы частот. действующего спутника KazSat3. Используя технологию последнего поколения SkyEdgeII для организации спутниковой связи. Но этот вид связи также обладает и недостатками, такими как влияние атмосферы, задержка распространения сигнала, и слабая помехозащищенность. А при мониторинге пожарной системы безопасности на таких взрывоопасных объектах, как нефтегазовые месторождения, в случае чрезвычайного происшествия крупного масштаба возможность возникновения помех на линии связи может помешать своевременным действиям аварийных спасательных служб.

Система связи на базе ВОЛС. Для обеспечения связи, работающей с помощью волоконно-оптических линий необходимо проложить эти линии до нефтегазового месторождения Узень. Рельеф местности между месторождением и ближайшим населенным пунктом, городом Жанаозен сложный, неоднородный, холмистый, так что прокладывать волоконно-оптические линии было бы дорого и проблематично. Так же из-за сложного рельефа и хрупкости волокна, появляется необходимость в специальной защите волокна, например, упрочнение кабеля кевларовой нитью. Стоимость самого оборудования, монтажа и дальнейшего обслуживания волоконно-оптических линий на сегодняшний день достаточно высокая, что является еще одним недостатком данной системы передачи.

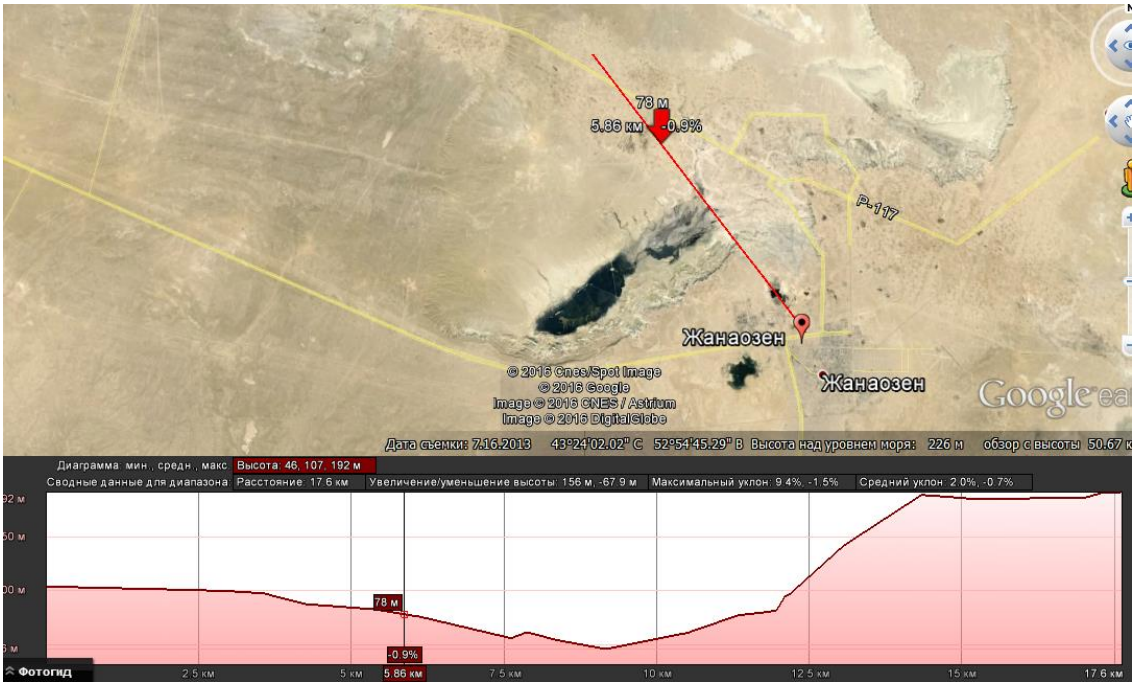


Рисунок 3.2 - Рельеф местности между месторождением Узень и городом Жанаозен

Радиорелейная система передачи данных. Радиорелейные линии связи обладают несколькими преимуществами, в сравнении с остальными системами связи. Затраты на эксплуатацию и обслуживание станций невелики, есть возможность построения сетей различных конфигураций ("звезда", "кольцо" и т.д.). С помощью радиорелейных линий передач есть возможность передачи информации разного рода и с различной скоростью: видео, данные, сигналы охранной сигнализации и т.д. Быстрая скорость развертывания сети. Данная технология идеально подходит для мониторинга различных систем безопасности в отдаленных местностях со сложным рельефом. Благодаря цифровому способу передачи и помехоустойчивому кодированию, РРЛ способны препятствовать неблагоприятным метеорологическим условиям [5].

Рассматриваемое в данном дипломном проекте, нефтегазовое месторождение Узень, находится в 20 километрах от ближайшего крупного населенного пункта, города Жанаозен, так что для использования радиорелейной технологии для мониторинга противопожарной системы безопасности достаточно будет развернуть однопролетную радиорелейную линию.

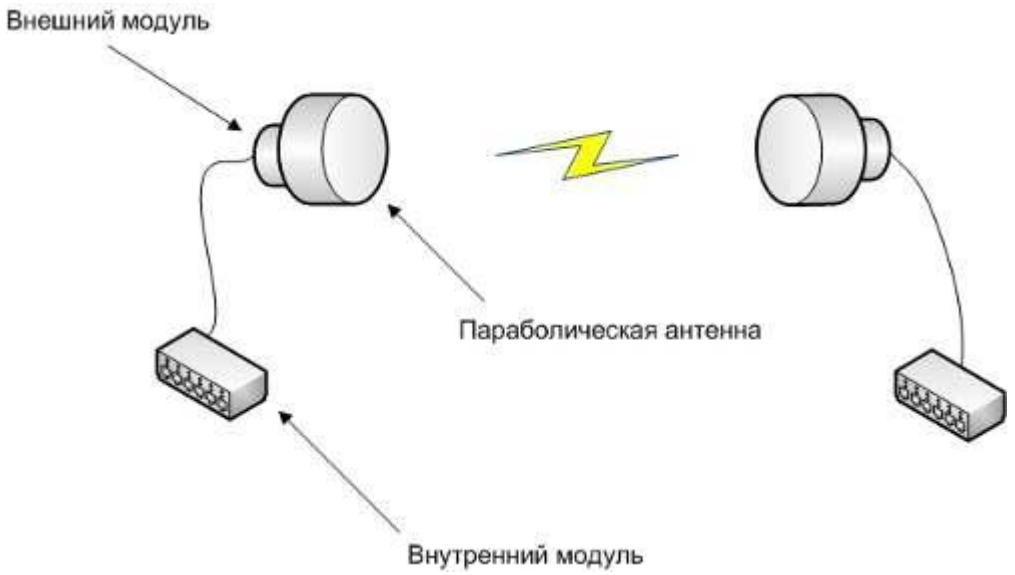


Рисунок 3.3 - Структура радиорелейного пролета

Основываясь на сравнении, приведенным выше, я выбираю радиорелейную систему связи для передачи информации с месторождения Узень в МЧС города Жанаозен. Необходимо выбрать систему радиорелейной передачи данных, для этого сравним несколько существующих систем.

Для более удобного сравнения оборудования составлена таблица 3.1 с ключевыми параметрами каждой системы.

Сравнив технические характеристики рассматриваемых систем, я пришла к заключению, что данные продукты имеют аналогичные характеристики. Все описываемые системы удовлетворяют необходимым требованиям по заданию, а именно скоростью передачи информации, наличием необходимых интерфейсов, но температуры эксплуатации оборудования немного отличаются. В соответствии таблицей А.2 СНиП РК 2.04-01-2010 «Строительная климатология» регион расположения проектируемой линии связи, Мангистауская область, имеет абсолютную максимальную температуру воздуха в летний период составляет 41 градус Цельсия, в зимний же период температура воздуха наиболее холодных суток, с обеспеченностью 0,98 составляет -38 градусов Цельсия (Таблица А.2). Оборудование фирмы NEC и Huawei, согласно паспортным данным, не рассчитано для работы в суровых зимних условиях эксплуатации данного региона. Линейки оборудования компании Ceragon и Ericsson удовлетворяют климатическим требованиям к проектируемой системе.

Таблица 3.1 – Основные параметры радиорелейных систем

Наименование	Ceragon Evolution Long Haul Xpand IP	NEC Pasolink NEO High Performance	Huawei Optix RTN 910	Mini-Link E
Диапазон частот	4-13 ГГц	6-38 ГГц	6-42 ГГц	7-38 ГГц
Разнесение каналов (BW), МГц	28/29,65/56	28/56	7/14/28/40/56	28,5/29,65/56/40
Скорость передачи данных (поствольно), Мбит/с	450 Мбит/с при модуляции 256 QAM и 28 BW (12×E1 + Ethernet)	155 Мбит/с – 1,6 Гбит/с	До 4,2 Гбит/с	155,52 Мбит/с
Тип и количество каналов/портов	12E1 port; 2×Gigabitt Ethernet (SFP), 4x10/100/1000 Base TX	16E1+2FE+2GbE (10/100/1000 Base-T or 1000Base LX/SX)	16E1+2×FE +2×GbE	16E1+×1000BaseSX/LX +2x100BaseT
Вид модуляции	4, 8, 16, 32, 64, 128, 256QAM	QPSK/16/32/64/128 /256 QAM	QPSK/16/32/64/128/256	QAM/16/64/128
Мощность передатчика, дБм	30	27	н.д.	24
Чувствительность приемника, при BW 28 МГц дБм	-69,5	-93	н.д.	-69
Конфигурация системы	2+0 Ethernet and 1+1 TDM	1+0, 1+1, 2+0	1+0, 1+1, 2+0	1+0, 1+1
Управление сетью	Net Master	PNet	iManager U2000	MINI-LINK Manager
Диапазон рабочих температур	от -5 до +55: IDU; от -45 до + 55: ODU	от -5 до +50: IDU; от -33 до + 50: ODU	от -5 до +60: IDU; от -33 до + 55: ODU	от -20 до +60: IDU; от -50 до + 60: ODU

При проведении сравнительного анализа стоимости оборудования производителей Ceragon и Ericsson, можно прийти к выводу, что затраты на приобретение системы Mini-Link E меньше, чем на Evolution Long Haul XpandIP. Это объясняется более слабыми характеристиками системы, но вполне удовлетворяющим для мониторинга системы пожарной безопасности используя однопролетную радиорелейную линии связи.

3.2 Выбор оборудования для радиосистемы MINI-LINK E

Микроволновая радиосистема MINI-LINK полностью интегрируется в существующие сети телекоммуникаций и делает их более гибкими.

Эта система связи имеет высокую надежность и может заменить проводную и оптоволоконную кабельные сети связи. MINI-LINK E обеспечивает микроволновую передачу точка-точка в частотных диапазонах от 7 до 38 ГГц.

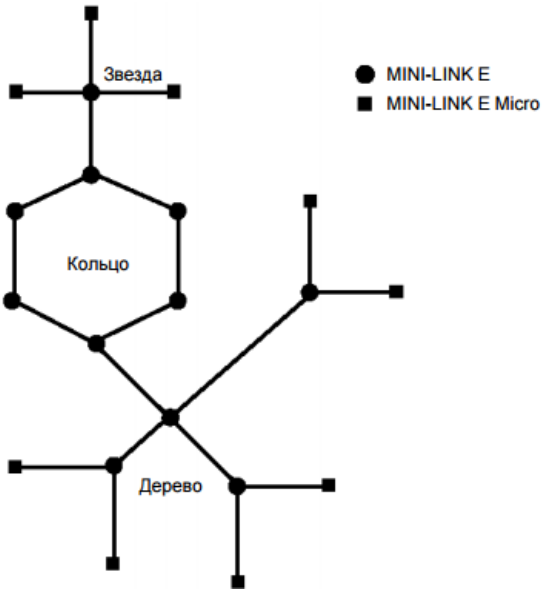


Рисунок 3.1 - Пример топологии сети

Модуль доступа системы MINI-LINK E расположен внутри помещения, также есть наружный радиоблок с антенной. Такая конструкция обеспечивает гибкость и достаточную пропускную способность как на маленьких, так и на больших многотерминальных сайтах. Терминалы могут быть сконфигурированы для различных типов сетей: в виде звезды, дерева или кольца. Для обеспечения резервирования они могут быть сконфигурированы либо как системы 1+1, либо в виде кольца.

Технические характеристики:

- высокая компактность и унифицированность конструкций;
- радиоблок и антенна представляют собой интегрированную часть наружной аппаратуры;

- высокие коэффициент усиления системы и эффективность использования радиочастотного спектра благодаря применению совершенных методов модуляции и кодирования;

- программные средства, упрощающие процесс установки;

- совершенный менеджер элементов;

- стандартизованные интерфейсы;

- малый вес и низкое энергопотребление.

Терминалом является одна из сторон пролета - канала радиосвязи между двумя географически разделенными точками.

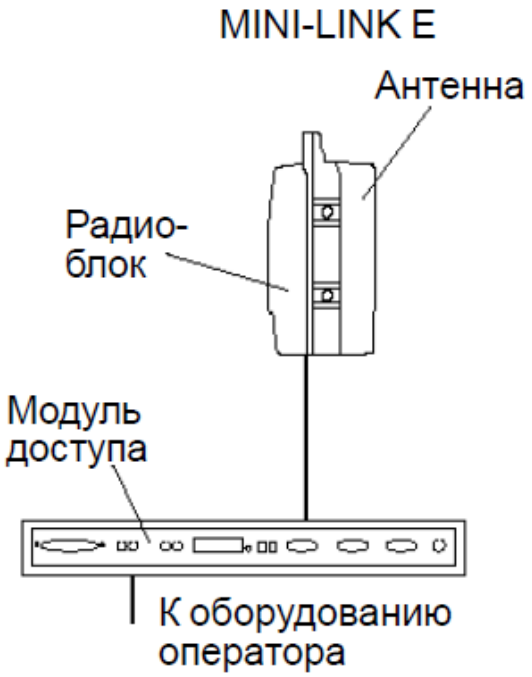


Рисунок 3.2 - Конфигурация терминала

Несколько терминалов MINI-LINK E могут быть интегрированы в один общий модуль доступа. Это позволяет сделать чрезвычайно компактными сайты сети, а также эффективно распределить между разными терминалами такие ресурсы, как мультиплексоры, интерфейсы служебных каналов и системы поддержки. Маршрутизация трафика и его переадресация в пределах сайта могут выполняться при минимальном количестве внешних кабелей.

Состав комплекта оборудования Мини-Линк E условно делится на три части: внешний модуль, радио кабель и модуль доступа.

Наружная часть ODU. Внешний модуль состоит из антенны и радио модуля, а также может содержать гибкие волноводы и сплиттер для раздельной установки радио модуля и антенны. Радио модуль полностью независим от проходящего трафика и может работать на всех скоростях — от 2 до 34 Мбит/с при температуре от -55о С до +60о С.

Коаксиальный одножильный радиокабель, соединяющий внешний модуль и модуль доступа, выполняет функции передачи дуплексного трафика,

служебных и сервисных каналов и питания для радио модуля. Выпускается трех диаметров — 10, 16 и 28 мм и позволяет довести расстояние между внутренним модулем и модулем доступа до 700 м.

Внутренняя часть IDU. Часть, устанавливаемая внутри помещения - модуль доступа, полностью независима от частотного диапазона и поставляется в различных версиях для разных скоростей трафика и конфигураций систем. Модуль доступа может обслужить до четырех радиомодулей.

Внутренняя часть оборудования содержит блок модема (MMU) и устанавливаемых при необходимости блока ключей/мультиплексоров (SMU) и блока служебных каналов (SAU), все эти блоки размещаются в одном общем магазине модуля доступа. Для резервируемых систем используются два MMU и один SMU. Наружная и внутренняя части терминала соединяются одним коаксиальным кабелем.

Для передачи трафика Ethernet необходим дополнительный блок ETU.

Терминал типа 1+0 содержит как минимум:

- один радио блок (RAU);
- одну антенну;
- один магазин модуля доступа (AMM 1U);
- один блок модема (MMU);
- один соединяющий коаксиальный кабель.

Блок модема (MMU). Блок модема является внутренним интерфейсом для радио блока. Для каждого радио блока нужен один MMU. Уникальной особенностью всех модулей MMU и SMU является встроенная возможность внутренней маршрутизации трафика, позволяющая удаленно осуществлять пере коммутацию и заворот потоков на любом уровне для диагностики или решения производственных проблем не касаясь кабелей и патч - панелей. Основные характеристики блока модема:

- тип модема: MMU 2x2;
- тип модуляции: C-QPSK;
- производительность: 2x2 МБит/с;
- блок ключей мультиплексора (SMU).

Основная функция блока SMU создание отказоустойчивых резервированных конфигураций 1+1. Второй функцией модулей SMU 8×2 и SMU 16×2 является мультиплексирование двух мегабитных потоков в потоки более высокого уровня — 2 потока по 8 Мбит/с или 34 Мбит/с соответственно.

Блок поддержки сервиса (SAU). Блок поддержки сервиса (Service Access Unit, SAU) типа SAU IP необходим при модернизации MINI-LINK E, которая должна обеспечить поддержку транспорта и маршрутизации данных DCN на основе IP. Для обеспечения дополнительных интерфейсов управления и аварийной сигнализации, служебных каналов и других специфических приложений клиента в AMM может быть также добавлен SAU. Маршрутизатор IP терминирует два канала 64 кбит/с на каждый MMU (в

одном АММ) и доступен через интерфейс на передней панели. Это позволяет проводить удаленную диагностику и поиск неисправностей в случае пропадания радиосвязи и, в целом ряде случаев, устранять возникшие проблемы без выезда на место их возникновения.

Блок интерфейса Ethernet (ETU). Тип кабеля: 10BASE-T подключения к LAN. Трафик: 34 Мбит/с.

Рисунок 3.3 - Модуль доступа

Беспроводные технологии помогают прокладывать связь в недоступных местах, где проводные линии проложить невозможно.

Беспроводная связь обладает несколькими преимуществами, в отличие от стандартных, кабельных сетей.

Во-первых, с помощью них можно в короткие сроки образовать сеть разного размера: беспроводную сеть можно проложить как в одном здании, так и по всему городу. Также беспроводные сети позволяют пользователю не привязываться к месту работы, то есть появляется свобода передвижения сотрудников. Экономические затраты на установку беспроводных сетей ниже, чем проводные информационные сети. Дополнительное преимущество заключается в том, что беспроводную сеть можно развернуть на много быстрее, чем обычную проводную.

Обладая этими всеми хорошими качествами, передача информации по беспроводным сетям осуществляется на высоком уровне.

Но они уступают кабельным локально вычислительным сетям (ЛВС) по следующим параметрам:

– передача данных с ограниченной скоростью;

– более низкая безопасность информации;

– ограничена дальность обмена данными.

Поэтому в своем дипломном проекте я буду рассматривать беспроводную систему контроля пожарной безопасности.

Радио блок. Радио блоки независимы от пропускной способности трафика, т.е. рабочая частота определяется только радио блоком. Она устанавливается на сайте. Это осуществляется с помощью управляющего ПО или переключателя на находящемся в помещении MMU.

Радио блок имеет защищенный от атмосферных воздействий корпус серого цвета с ручкой для переноски и подъема. Он подключается к волноводному порту антенного блока. Радио блок имеет два крюка и захваты, что облегчает процедуры монтажа или съема блока при его совместном монтаже с антенной.

Радио блоки доступны для работы в различных частотных диапазонах, рекомендуемых ITU-R и ETSI.

Основные характеристики радио блока RAU1 7:

- выходная мощность : от+1 до +21 дБм +-2дБ;
- дуплекс: 154 МГц;
- частота нижней полосы передатчика: 7428-7484 МГц;
- частота верхней полосы передатчика: 7582-7638 МГц.

Блок передатчика. Передаваемый сигнал ПЧ усиливается и конвертируется до частоты передатчика, равной 7 ГГц / 8 ГГц.

Блок приемника. Полученный сигнал через входной согласующий фильтр подается на малошумящий усилитель и его частота понижается до 140 МГц.

Генератор приемника и фильтр. Сигнал LO (гетеродина) для понижающего частоту преобразователя генерируется так же, как и для передаваемого сигнала. Поступающий от приемника сигнал ПЧ с частотой 140 МГц усиливается и подается на интерфейс кабеля.

Фильтр. На передающей стороне сигнал подается в антенну через выходной разветвляющий фильтр. Сигнал от антенны в направлении приема подается через входной разветвляющий фильтр.

Антенна. Рассчитана на использование одного вертикального или горизонтального поляризованного излучения или двух поляризаций излучения. Антенна компактна и имеет небольшие размеры, низкопрофильная.

Таблица 3.2 - Технические характеристики антенны AN-VHLPX2-7W-4WH/A 0,6 m

Наименование	Значение
Производитель	Andrew
Модель	AN-VHLPX2-7W-4WH/A
Тип	Параболическая
Диаметр антенны, (м)	0,6
Диапазон частот, (ГГц)	7,100 – 8,500
Поляризация на прием/передачу	Гориз/Верт

Продолжение таблицы 3.2

Наименование	Значение
Коэффициент усиления антенны в высокочастотном диапазоне, dBi	29,6
Коэффициент усиления антенны в среднечастотном диапазоне, dBi	31,1
Коэффициент усиления антенны в низкочастотном диапазоне, dBi	32,2
Ширина диаграммы направленности, град	4,7

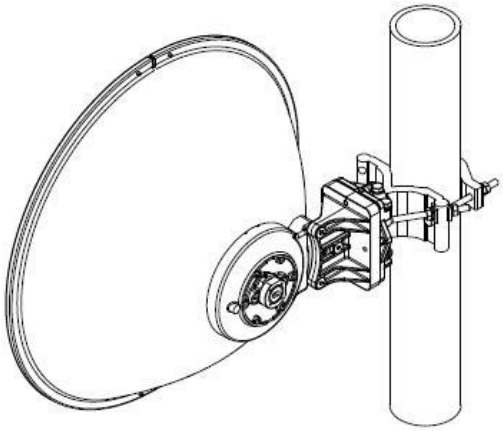


Рисунок 3.5 – Антенна AN-VHLPX2-7W-4WH/A d=0,6 m

На рисунке 3.6 изображено ориентировочное расположение оборудования противопожарной системы на нефтегазовом месторождении Узень.

Рисунок 3.6 – План расположения оборудования систем контроля на территории месторождения

4 Расчет проектируемой радиорелейной линии

4.1 Составление частотного плана

На каждом интервале проектируемая РРЛ имеет 2 ствола. Для каждого ствола используется пара частот (прием/передача).

Оборудование проектируемой РРЛ позволяет изменять (настраивать) частоты приема и передачи в широких пределах (в рамках выбранного частотного диапазона), разнос каналов и другие параметры радиоканала. Частотный план приведен в таблице 4.1. Набор частот, отраженный в предлагаемом частотном плане, фиксированный и задается программно при настройке оборудования.

Таблица 4.1 –Частотный план проектируемой РРЛ

№ РРС	Наименование РРС	Тип РРС	Частота передачи, МГц	Частота приема, МГц
РРС-1	ОРС «ЛПДС Узень»	ОРС	f1 = 7747,70	f3 = 8059,02
			f2 = 7777,35	f4 = 8088,67
РРС-2	ОРС «УС Жанаозен»	ОРС	f3 = 8059,02	f1 = 7747,70
			f4 = 8088,67	f2 = 7777,35

4.2 Расчет и построение продольного профильного интервала

Исходные параметры для выполнения расчета приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Исходные данные для расчета РРЛ

Наименование	Параметр
Параметры оборудования РРЛ	
Частота, Гц	$f=8\times10^9$
Коэффициент усиления системы, дБ	Sg=104
Коэффициент усиления передающей антенны, дБ	Gпрд=43,1
Коэффициент усиления приемной антенны, дБ	Gпрм=43,1
КПД антенно-фидерного тракта, дБ	zη=5
Режим работы	2+0
Параметры интервала РРЛ	
Протяженность интервала, км	R0=15,49

Радиус Земли, км	Rz=6370

Продолжение таблицы 4.2

Наименование	Параметр
Расстояние до препятствия (самая высокая точка на интервале), км	Rp= 11,6
Справочные данные для интервала	
Среднее значение вертикального градиента проницаемости для степной полосы Казахстана, 1/м	$g=-7\times10^{-8}$
Стандартное отклонение вертикального градиента проницаемости для степной полосы Казахстана, 1/м	$\sigma=9\times10^{-8}$
Интенсивность осадков для Республики Казахстан (зона Е), мм/час	$R_{001}=22$
Коэффициент регрессии для частоты 8ГГц	k_h=0,00454
	kv= 0,00395
	αh=1,327
	αv=1,310
Коэффициенты Clat и Clon для Республики Казахстан	Clat =0; Clon=0
Коэффициенты, учитывающие региональные эффекты Республики Казахстан	B1= 0,89
	C1=3,6

Наибольшая высота препятствия, создаваемая земной поверхностью расположена на середине интервала.

Расчет середины интервала рассчитывается по формуле:

$$R_1 = \frac{R_0}{2}, \tag{4.1}$$

где R_0 – протяженность интервала, км.

$$R_1 = \frac{15{,}49}{2} = 7{,}745 \text{ км}$$

Проведем расчет наибольшего препятствия создаваемого выпуклостью земной поверхности по формуле:

$$\text{ymax} = \frac{R_0 \cdot R_1}{2 \cdot R_Z} \cdot \left(1 - \frac{R_1}{R_0}\right), \quad (4.2)$$

где R_z – радиус Земли, км.

$$\text{ymax} = \frac{15{,}49 \cdot 7{,}745}{2 \cdot 6370} \cdot \left(1 - \frac{7{,}745}{15{,}49}\right) = 0{,}005 \text{ км}$$

Для построения профиля интервала разделим участок на тридцать частей. Произведем расчет линии профиля уровня моря для каждого участка по формуле:

$$y_i = \frac{R_0 \cdot R_i}{2 \cdot R_Z} \cdot \left(1 - \frac{R_i}{R_0}\right), \quad (4.3)$$

где R_i – расстояние от ОРС, км.

Высота отметок профиля пролета с учетом кривизны Земной поверхности определяется суммой высот уровня моря и фактической высоты отметки рельефа местности. Результаты расчета для каждого участка приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Результаты расчета параметров для построения продольного профильного интервала

Расстояние от ОРС, км	Высота линии профиля уровня моря, м	Высота отметки рельефа местности, м	Высота профиля, м
0	0	98	98
0,5	0,588	97	102,883
1,1	1,242	96	97,242
1,8	1,934	91	92,934
2,3	2,381	87	89,381

2,9	2,866	81	83,866
3,5	3,294	76	79,294

Продолжение таблицы 4.3

Расстояние от ОРС, км	Высота линии профиля уровня моря, м	Высота отметки рельефа местности, м	Высота профиля, м
3,9	3,548	72	75,548
5,1	4,159	71	75,159
5,7	4,380	74	78,380
6,1	4,496	73	77,496
6,6	4,605	70	74,605
7,3	4,693	64	68,693
7,9	4,707	76	80,707
8,1	4,699	78	82,699
9,2	4,542	85	89,542
9,8	4,377	102	106,377
10,5	4,113	141	145,113
11,1	3,825	172	175,825
11,7	3,841	189	192,841
12	3,287	188	191,287
12,4	3,008	186	189,008
13,1	2,458	183	185,458
13,5	2,109	183	185,109
13,9	1,735	185	186,735
14,5	1,127	193	194,127
14,9	0,7	193	193,7
15,1	0,5	193	193,5

15,49	0	195	195

При необходимости (ухудшение радиочастотной обстановки) вид используемой поляризации РРЛ может быть изменен.

На основе полученных данных строим продольный профильный интервал для пролета ОРС «ЛПДС «Узень» - ОРС «УС Жанаозен» (смотри приложение Б).

Наглядное изображение схемы частотного плана представлено на рисунке 4.1. В проектируемой РРЛ может быть использован любой тип поляризация (горизонтальная/вертикальная).

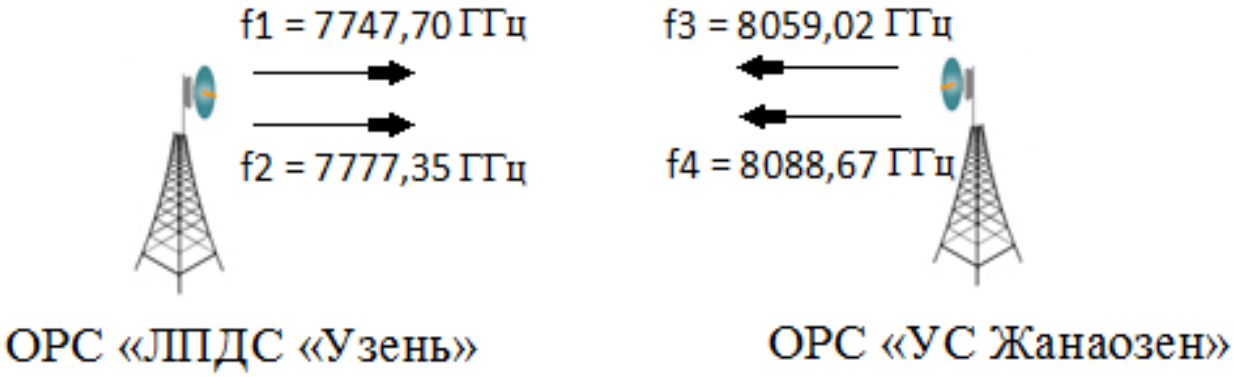


Рисунок 4.1 – Схема частотного плана РРЛ

4.3 Определение оптимальных высот подвеса антенн

Ухудшение радиосвязи происходит из-за искривления радиолуча вследствие неравномерности вертикального градиента диэлектрической проницаемости атмосферы. Выбор высот подвеса антенн определяет должный просвет трассы. Луч проходит через зону Френеля, минимальный радиус которого определяется по формуле:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R_0 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}, \tag{4.4}$$

где λ – длина волны, м;

k – относительное расстояние до препятствия.

$$\lambda = \frac{c}{f} \tag{4.5}$$

где C – скорость света м/с;

f – частота, Гц.

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{8 \cdot 10^9} = 0{,}038 \text{ м}$$

$$k = \frac{R_p}{R_0} = \frac{11{,}6}{15{,}49} = 0{,}749$$

Подставим полученные значения в формулу:

$$H_0 = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot 15490 \cdot 0{,}038 \cdot 0{,}749 \cdot (1 - 0{,}75)} = 6{,}065 \text{ м}$$

Учитывая условие, что длина пролета не превышает 50 километров, стандартное отклонение определим по формуле:

$$\sigma(R_0) = \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{\bar{g}}{3{,}1}\right) \cdot \left(\frac{1}{y} - 1\right) + \frac{\sigma}{y} \qquad (4.6)$$

где σ – значение стандартного отклонения 1/м;

g – среднее значение вертикального градиента отклонения;

y =0,67 (определяется по рисунку 4.2 для интервала 15,49 км).

$$\sigma(R_0) = \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{-7 \cdot 10^{-8}}{3{,}1}\right) \cdot \left(\frac{1}{0{,}67} - 1\right) + \frac{9 \cdot 10^{-8}}{0{,}67} = 1{,}725 \cdot 10^{-7} \ 1/\text{м}$$

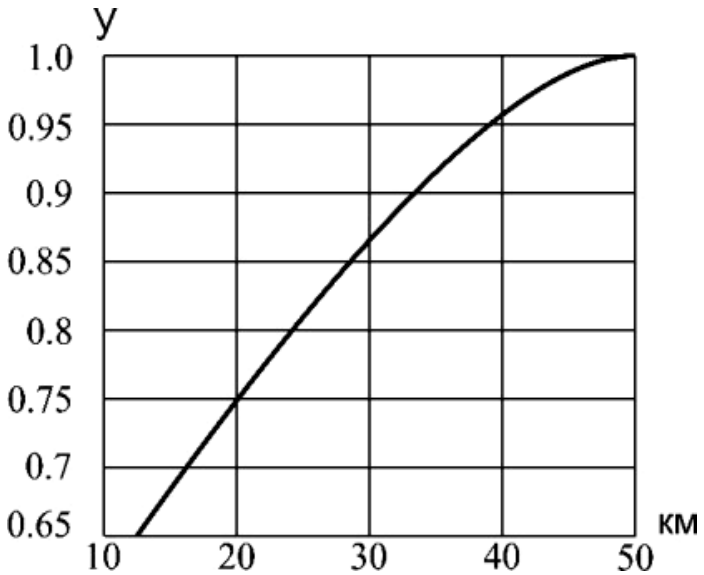


Рисунок 4.2 – Определение параметра y

Произведем расчет среднего значения изменения просвета за счет рефракции в течение 80 процентов времени по формуле:

$$\Delta H(\bar{g}+\sigma) = -\frac{R_0^2}{4}\cdot(\bar{g}+\sigma)\cdot k\cdot(1-k)\ , \qquad (4.7)$$

$$\Delta H(\bar{g}+\sigma) = -\frac{15490^2}{4}\cdot(-7\cdot 10^{-8}+9\cdot 10^{-8})\cdot 0{,}749\cdot(1-0{,}749) = -0{,}225 \text{ м}$$

Просвет при отсутствии рефракции определяется по формуле:

$$H(0) = H_0 - \Delta H(\bar{g}+\sigma)\ , \qquad (4.8)$$

H(0) = 6,065 + 0,225 = 6,034 м

Высоты подвеса антенн определены проектом как:
h1=52 м h2=25 м

4.4 Расчет запаса на замирание

Для проведения расчета запаса на замирание рассчитаем затухание радиоволн в свободном пространстве:

$$L_0 = 20\cdot[\lg(f)+\lg(d)]+32{,}45, \qquad (4.9)$$

где d=R0, км.

$$L_0 = 20\cdot[\lg(f)+\lg(d)]+32{,}45 = 20\cdot[\lg(8)+\lg(15{,}49)]+32{,}45 = 134{,}313 \text{ дБ}$$

Запас на замирание определяется по формуле:

$$F_t = S_g + G_{прд} + G_{прм} - 2\eta - L_0, \qquad (4.10)$$

где Sg – коэффициент системы, дБ;
Gпрд – коэффициент усиления передающей антенны, дБ;
Gпрм – коэффициент усиления приемной антенны, дБ;
2η – КПД антенно-фидерного тракта, дБ;
L0 – затухание радиоволны в свободном пространстве, дБ.

F_t =104+43,1+43,1-10-134,313 = 45,887 дБ

4.5 Расчет времени ухудшения радиосвязи из-за дождя

Увеличение частоты радиоизлучения непосредственно влияет на ослабление сигнала и зависит от размера капель и интенсивности дождя. При расчете важно учитывать климатическую зону интенсивности дождя в течение

0,01 % времени. Республика Казахстан относится к зоне «Е» с интенсивностью осадков в 22 миллиметра в час.

Определим опорное расстояние по формуле:

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0,015 \cdot R_{0,01}}, \tag{4.11}$$

$$d_0 = 35 \cdot e^{-0,015 \cdot 22} = 25,162 \text{ км}$$

Определим коэффициент уменьшения:

$$r = \frac{1}{1 + \frac{R_0}{d_0}} \tag{4.12}$$

$$r = \frac{1}{1 + \frac{15490}{25162}} = 0,619 \text{ км}$$

Из-за неравномерной интенсивности дождя вдоль трассы эффективная длина пролета определяется по формуле:

$$d_Э = r \cdot R_0, \tag{4.13}$$

$$d_Э = 0,619 \cdot 15,49 = 9,588 \text{ км}$$

Рассчитаем удельное затухание в дожде для горизонтальной поляризации:

$$\gamma_h = k_h \cdot R_{0,01}^{\alpha h}, \tag{4.14}$$

$$\gamma_h = 0,0054 \cdot 22^{1,327} = 0,326 \ \frac{\text{дБ}}{\text{км}}$$

Рассчитаем удельное затухание в дожде для вертикальной поляризации:

$$\gamma_v = k_v \cdot R_{0,01}^{\alpha v}, \tag{4.15}$$

$$\gamma_v = 0,00395 \cdot 22^{1,31} = 0,227 \text{ дБ/км}$$

В соответствии с частотным планом, поляризация на участке может использоваться обоих типов, поэтому для дальнейших расчетов выбираем наихудший вариант – горизонтальную поляризацию.

$$A_{0,01} = \gamma_v \cdot d_Э\ , \qquad (4.16)$$

$$A_{0,01} = 0{,}227 \cdot 9{,}588 = 2{,}176\ дБ$$

Вычислим отношение:

$$\frac{A_{0,01}}{F_t} = \frac{2{,}176}{45{,}887} = 0{,}047 < 0{,}155,$$

$$T_g = 10^{11{,}628\left[-0{,}546+\sqrt{0{,}29812+0{,}172\cdot log(0{,}12\cdot 0{,}155)}\right]} = 8{,}033 \cdot 10^{-7}\ \%$$

4.6 Расчет времени ухудшения радиосвязи, вызванного субрефракцией радиоволн. Оптимизация высот подвеса

В связи с неоднородностью атмосферы и большей плотностью воздуха у поверхности земли, радиолучи изгибаются по направлению к земле.

Таким образом, просвет рассчитывается по минимальному радиусу зоны Френеля, не имея постоянной величины из-за различной плотности атмосферы в зависимости от времени суток и состояния атмосферы [6].

Найдем среднее значение на пролете по формуле:

$$H(\bar{g}) = H(0) + \Delta H(\bar{g}) = H(0) - \frac{R_0^2}{4} \cdot \bar{g} \cdot k \cdot (1 - k) \qquad (4.17)$$

$$H(\bar{g}) = 6{,}034 - \frac{15490^2}{4} \cdot 7 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}749 \cdot (1 - 0{,}749) = 5{,}503\ м$$

Относительный просвет определяется по формуле:

$$P(\bar{g}) = \frac{H(\bar{g})}{H_0}\ , \qquad (4.18)$$

$$P(\bar{g}) = \frac{5{,}503}{6{,}065} = 0{,}907$$

На чертеже продольного профиля проведем прямую параллельную радиолучу на расстоянии $\Delta y = H_0$ от вершины препятствия и найдем ширину препятствия:

r=1,3 км

Относительная длина препятствия определяется как:

$$l = \frac{r}{R_0}, \tag{4.19}$$

l=1300/15490=0,084 м

Аппроксимированная среда характеризуется параметром μ, рассчитываемым по формуле:

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{k^2 \cdot (1-k)^2}{l^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64 \cdot \pi \cdot \alpha}{3}}, \tag{4.20}$$

$$\mu = \sqrt[3]{\frac{0{,}75^2 \cdot (1-0{,}75)^2}{0{,}084^2}} \cdot \sqrt[6]{\frac{64 \cdot 3{,}1415 \cdot 1}{3}} = 3{,}442$$

Значение относительного просвета, при котором наступает глубокое замирание сигнала, вызванное экранировкой, препятствием минимальной зоны Френеля определяется по формуле:

$$P(g_0) = \frac{V_0 - V_{min}}{V_0}, \tag{4.21}$$

$$P(g_0) = \frac{-7{,}5 + 22{,}945}{-7{,}5} = -2{,}059$$

Определим параметр A по формуле:

$$A = \frac{1}{\sigma} \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{R_0^3 \cdot k \cdot (1-k)}}, \tag{4.22}$$

$$A = \frac{1}{9 \cdot 10^{-8}} \cdot \sqrt{\frac{0{,}038}{15490^3 \cdot 0{,}749 \cdot (1-0{,}749)}} = 2{,}595$$

Применяя полученное значение μ, определим множитель ослабления V_0, используя график, представленный на рисунке 4.3.

Определим параметр ψ по формуле:

$$\Psi = 2{,}31 \cdot A \cdot [P(\bar{g}) - P(g_0)], \tag{4.23}$$

$$\Psi = 2{,}31 \cdot 2{,}595 \cdot [0{,}907 + 2{,}059] = 17{,}78$$

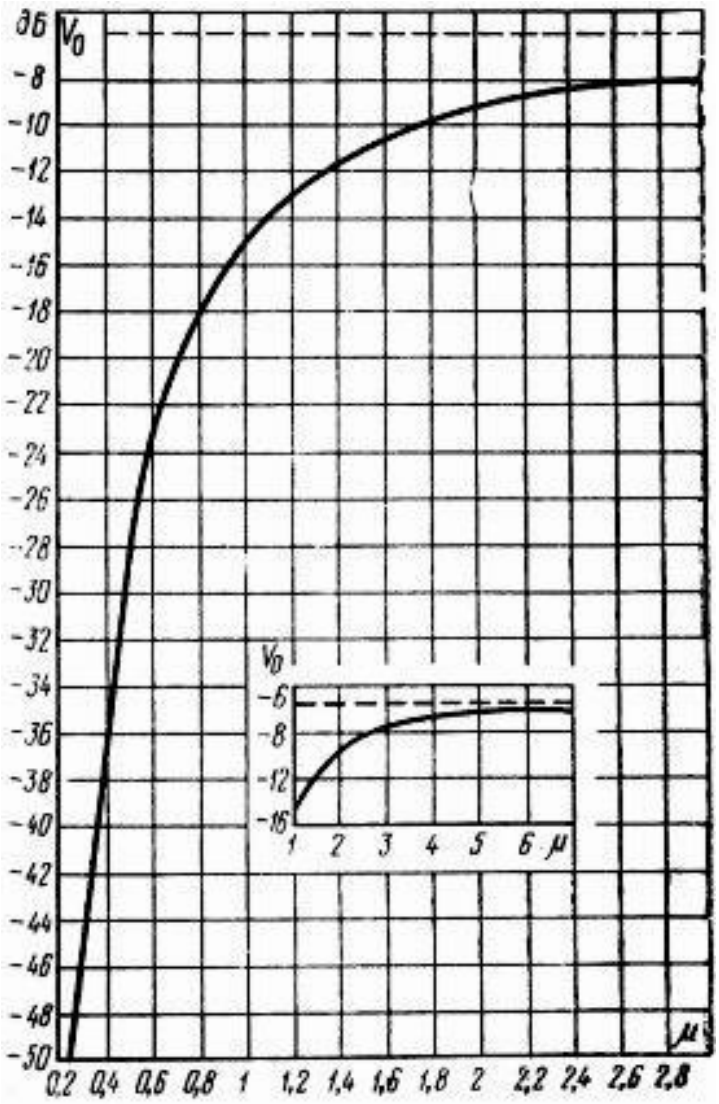


Рисунок 4.3 – Зависимость V_0 от параметра μ

$$V_0 = -7{,}5 \text{ дБ}$$

где V_{min} – минимально допустимый множитель ослабления

$V_{min2} = -F_t$, следовательно $V_{min} \approx -F_t/2 = -22{,}945$, дБ.

По графику на рисунке 4.4 в зависимости от полученного параметра ψ определяем:

$$T(V_{min}) = 0{,}00001\ \%$$

Оптимизация высот подвеса антенн проводится, если $T(V_{min}) \geq 0{,}003\,\%$, при этом необходимо увеличить $\mathrm{H}(\overline{\mathrm{g}})$, пересчитать Ψ, $\mathrm{P}(\mathrm{g}_0)$ и $T(V_{min})$ и соответственно на эту величину увеличить h_1 и h_2 на пролете.

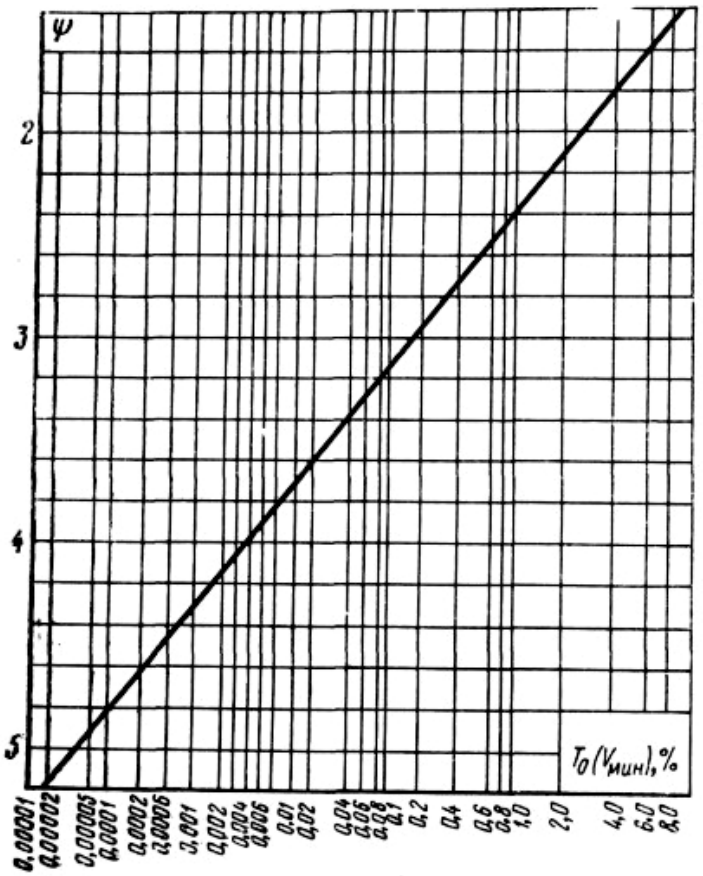


Рисунок 4.4 – К расчету времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией радиоволн

4.7 Проверка норм на неготовность

В соответствии с рекомендациями 557 МСЭ-Р установлены характеристики неготовности. Гипотетический эталонный цифровой тракт (ГЭЦТ) считается неготовым в случае десяти последовательных секунд возникают следующие условия или одно из них:

- прерывание цифрового сигнала;
- в каждой секунде параметр BER хуже 10-3.

Исключается неготовность уплотнительной аппаратуры. Характеристики неготовности делятся на неготовность оборудования и неготовность, вызванную условиями распространения радиоволн (неготовность в следствии дождя 30-50%) [6].

Характеристика готовности ГЭЦТ протяженностью две тысячи пятьсот километров определяется величиной 99,7%, определенные в течение

довольного большого интервала времени. Следовательно, характеристика неготовности составит 0,3%.

Норма на неготовность определяется:

$$UR_{доп} = \frac{0{,}3 \cdot R_0}{2500}\ , \tag{4.24}$$

$$UR_{доп} = \frac{0{,}3 \cdot 15{,}49}{2500} = 1{,}859 \cdot 10^{-3}\ \%$$

Проверим выполнение условия:

$$UR_{доп} > T_0 + T_g\ , \tag{4.25}$$

$$T_0 + T_g = 0{,}00001 + 0{,}000000803 = 0{,}000010803\ \approx 1{,}08 \cdot 10^{-5}\%$$

Условие выполняется

4.8 Расчет времени ухудшения радиосвязи из-за многолучевого распространения

Наличие в чистой атмосфере чрезвычайно преломляющих слоев делает необходимым учет четырех механизмов при выполнении расчетов радиорелейных линий протяженностью больше нескольких километров, а именно:

- расширение луча (расфокусировка луча);
- развязка в антенне;
- поверхностное многолучевое распространение;
- атмосферное многолучевое распространение.

Механизмы могут возникать как сами по себе, так и в комбинации с остальными.

Существенные частотно-избирательные затухания возникают, когда расширение луча сочетается с отражением сигнала от поверхности, что вызывает замирание вследствие многолучевого распространения. Мерцающие замирания вызываются турбулентностями в атмосфере, но не учитываются на частотах ниже 40 ГГц так как оказывают незначительное воздействие.

Процент времени с вертикальным градиентом рефракции:

$$P_L = 5\% = 0{,}05$$

Проведем расчет коэффициента, учитывающего влияние климата и рельефа местности:

$$K = P_L^{1,5} \cdot 10^{(-6,5 - C_{LAT} - C_{LON})}\ , \tag{4.26}$$

$$K = 0{,}05 \cdot 10^{-6{,}5} = 3{,}536 \cdot 10^{-9}$$

Рассчитаем наклон радиотрассы:

$$|E_P| = \frac{h_1 - h_2}{R_0}, \tag{4.27}$$

$$|E_P| = \frac{52 - 25}{15{,}49} = 1{,}743 \text{ мрад}$$

Рассчитаем коэффициент, учитывающий другие параметры трассы:

$$Q = (1 + |E_P|)^{-1{,}4}, \tag{4.28}$$

$$Q = (1 + 1{,}743)^{-1{,}4} = 0{,}243$$

Коэффициенты, учитывающие региональные эффекты для Республики Казахстан:

$$B = 0{,}89;\ C = 3{,}6$$

Рассчитаем процент времени на больших глубинах замирания, в течение которого в узкополосных системах не превышается уровень принимаемого сигнала в средний худший месяц по формуле:

$$T_{инт} = K \cdot Q \cdot f^B \cdot R_0^C \cdot 10^{-\frac{A}{10}}, \tag{4.29}$$

где $A = F_t$ – запас на замирание, дБ;
f – частота, ГГц.

$$T_{инт} = 2{,}781 \cdot 10^{-10}\ \%$$

4.9 Проверка норм на допустимое время ухудшения связи из-за многолучевого распространения

Норма на допустимое время ухудшения связи для высшего качества связи:

$$SES = \frac{0{,}054 \cdot R_0}{2500} \tag{4.30}$$

$$SES = \frac{0{,}054 \cdot 15{,}49}{2500} = 3{,}346 \cdot 10^{-4}$$

Проверяем выполнение условия:

$$SES > T_{инт}$$

$$3{,}346 \cdot 10^{-4} > 3{,}819 \cdot 10^{-9}$$

Условие выполняется

Таблица 4.4 - Результаты расчета параметров РРЛ

Наименование параметра	ОРС «ЛПДС Узень» – ОРС «УС Жанаозен»
Минимальный радиус зоны Френеля H0, м	6,065
Среднее значение изменения просвета за счет рефракции ΔH(g+σ), м	-0,225
Просвет при отсутствии рефракции H(0), м	6,29
Запас на замирание Ft, дБ	45,887
Эффективная длина пролета dэ, км	9,588
Затухание, превышающее 0,01% времени A0,01, дБ	2,176
Среднее значение просвета на пролете H(g), м	5,503
Относительный просвет P(g), м	0,907
Относительная длина препятствия l, км	0,084
Параметрμ , характеризующий аппроксимирующую среду	3,442
Значение относительного просвета, при котором наступает глубокое замирание сигнала P(g0), м	-2,059
Параметр A	2,595
Параметр ψ	17,78
URдоп, %	$1{,}859 \cdot 10^{-3}$
Проверка нормы на неготовность	Выполняется

URдоп > T0+Tg	
Наклон радиотрассы Ер, мрад	1,743

5 Бизнес-план

5.1 Резюме

Акционерное общество «Мангистаумунайгаз» является основной компанией, производящей добычу нефти и газа на месторождении Узень в Мангистауской области на 2016 год. Компания была создана путем преобразования производственного филиала «Мангистаумунайгаз» в акционерное общество.

Данный бизнес-план должен определить является ли проектирование и введение в эксплуатацию системы пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области экономически эффективным и выгодным, окупаемым проектом. В своем дипломном проекте я рассматривала организацию связи между необходимыми пунктами, а именно самим месторождением и ближайшим крупным населенным пунктом городом Жанаозен, с помощью радиорелейной линии связи.

5.2 Анализ продукции

С развитием различных отраслей промышленности в Казахстане с каждым годом увеличиваются и требования к качеству и скорости связи, используемой в этих сферах. Радиорелейная связь используется в основном там, где нет возможности развернуть проводной вид связи, например, волоконно-оптические линии, или на установку оборудования требуются большие затраты, например, спутниковая связь. Для оповещения МЧС города Жанаозен система мониторинга на базе радиорелейной сети подходит наилучшим образом.

Основными особенностями радиорелейной связи являются:

- возможность создания многоканальных линий связи, обеспечивающих передачу как узкополосных, так и широкополосных сигналов;
- обеспечение двухсторонней дуплексной связи;
- возможность многократной ретрансляции сигналов при организации связи на большие расстояния;
- возможность ответвления каналов связи на промежуточных пунктах;
-незначительные затраты на эксплуатацию и обслуживание станций;
- скорость развертывания линий.

Потребность организация системы мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении с при помощи радиорелейных линий связи возникает по двум причинам:

- технологическая - заключается в необходимости передачи сигналов о производственном процессе, наличии каких-либо неисправностей или отклонений рабочего процесса, передача информации от систем мониторинга различных автоматизированных систем жизнеобеспечения (противопожарная система; дизель-генераторные установки, системы сигнализации), а также передача голосовых каналов технологической связи;
- учрежденческо-производственная - обеспечивающая функционирование бизнес-процессов, обмен информацией посредством электронной почты, факса, телефонии.

5.3 Анализ рынка сбыта

Мангистауская область — промышленный регион, здесь добывают 25 % нефти Казахстана, почти 20 млн тонн нефти. В области зарегистрировано 559 промышленных предприятий, из них крупных и средних — 70.

То, что в данной области хорошо развивается сырьевая промышленность определило приоритетность горнодобывающей промышленности в направлении экономики и что от ее состояния зависят еще многие отделы экономики. Мангистауская область находится на третьем месте в республике по общему объему производимой промышленной продукции.

В основе экономики региона — нефтегазовый сектор, объём продукции которой занимает более 90 процентов общего объёма производимой в регионе промышленной продукции (по итогам 2015, годовой объём добычи составляет 17 млн тонн нефти). Добываемая нефть по трубопроводам поставляется как на внутренний рынок (Атырауский нефтеперерабатывающий завод), так и на экспорт (черезтрубопровод Актау — Самара и морем через порт Актау).

Основные предприятия области: АО «Мангистаумунайгаз» (ведущая нефтедобывающая компания в Республике Казахстан, 34 % добычи нефти в регионе, 7 % — по республике), АО «Разведка Добыча «КазМунайГаз»» (г. Новый Узень, разработка месторождений Узень и Карамандыбас), АО «Каражанбасмунай» (эксплуатирует нефтяные месторождения на полуострове Бузачи), Мангышлакский атомный энергетический комбинат (подразделение «Казатомпром», обеспечивает автономное энерго- и водоснабжение региона, в его состав входит уникальный комплекс по опреснению воды). Добыча нефти увеличилась на 0,5% по сравнению с аналогичным периодом 2015 года, объём добычи составил 3 млн. тонн. Добыча природного газа возросла на 19,8% (439,6 млн. куб. метров).

5.4 Менеджмент

Опыт внедрения казахстанской системы радиорелейной связи, создание корпоративных сетей и другие проекты показывают, что штат технического

персонала с соответствующей квалификацией достаточен для проведения работ по проекту радиорелейной связи используя систему Стрелец-Мониторинг.

Численность штата по проекту составляет 6 человек. Все работники по данному проекту будут привлечены на полный рабочий день. Функциональные обязанности сотрудников:

а) Руководитель проекта будет исполнять следующие функциональные обязанности:

- анализ и составление плана по подготовке и внедрению будущего проекта;
- координировать и контролировать технические технологические процессы работы;
- координация выполнения работ по всем этапам проекта;
- взаимодействовать с компанией-соисполнителем;
- управлять действиями командой;
- решать организационно-административные вопросы;
- отвечать за научное руководство проекта;
- задавать направление проведения определенных работ на каждом этапе проекта.

в) Инженерно-технический персонал будет выполнять следующие функциональные обязанности:

- участвовать в разработке технической документации;
- участвовать в экспериментальных и наладочных работах;
- осуществлять контроль над работой оборудования;
- разрабатывать технологию решения задачи по всем этапам обработки информации;
- выполнять работу по подготовке программ к отладке и проводить отладку;
- проводить корректировку разработанной программы на основе анализа выходных данных.

г) Оператор будет выполнять следующие функциональные обязанности:

- осуществлять настройку, регулировку оборудования;
- регистрировать необходимые характеристики и параметры;
- обрабатывать полученные результаты;
- работа в режиме реального времени с системой пожарной безопасности;
- мониторинг датчиков системы пожарной безопасности.

5.5 Маркетинг

При сравнении с проводной (XDSL или DSL), беспроводные и спутниковые системы РРЛ и сервис-провайдеры должны экономически эффективно предоставить новые возможности не только для новых пользователей, но также расширить возможности в области информационных

и коммуникационных технологий для пользователей, которые уже имеют установленное (стационарное) соединение.

Беспроводные системы связи более гибкие чем проводные, поэтому ее легче спроектировать, потому что можно менять ее размер легко при необходимости.

Простота установки - это фактор снижения стоимости развертывания сети в развивающихся странах, малонаселенных или отдаленных районах.

Не сложно устанавливается - благодаря этому фактору снижается стоимость развертывания в странах, городах и мало населенных пунктах.

Радиорелейная система обеспечивает передачу информации на большие расстояния на достаточно высоких скоростях. Среди них наиболее популярные оборудования Mini-Link Ericsson и т д. Для передачи данных в нём используется диапазон частот от 7 до 38 ГГц, максимальная скорость достигает выше 34 Мбитс, при этом дальность передачи сигнала может достигнуть до 50 км. Впрочем, на открытой местности иногда удается достичь и гораздо больших значений.

5.6 Финансовый план

Расчет капитальных вложений

Целью данной разработки является получение максимальной прибыли, при минимальных издержках и высоком качестве предоставляемых услуг, с учетом того, что бы цена была приемлемой для пользователей.

Далее представлены расчеты, показывающие стоимость внедрения, экономическую эффективность использования и срок окупаемости.

Определение капитальных вложений, $К_{\Sigma}$

$$К_{\Sigma} = К_0 + К_М + К_{ТР} + К_{ПР}, \quad (5.1)$$

где $К_О$–капитальные вложения на приобретение основного оборудования;

$К_{М.}$ – расходы по монтажу оборудования;

$К_{ТР}$ – транспортные расходы;

$К_{ПР}$ – затраты на проектирование.

Расчет затрат на приобретение оборудования

Таблица 5.1 - Смета затрат на приобретение оборудования для реализации проекта [7], [8]

Наименование	Характеристики	Кол-во штук	Цена за единицу, тенге	Стоимость, тенге
Датчик температуры Accutech RT-10	2,4 ГГц, C-Cell батарея, 50/100 кбит/с	4	461 718	1 846 872

Базовая радиостанция BR10	ЖК дисплей, клавиатура, антенна	2	750 000	1 500 000
Антенна	Антенна, стойка, комплект кабелей питания, комплект аккумуляторов	2	189 000	378 000
Терминал MINI-LINK E	Наружный блок	2	800 000	1 600 000
Пенообразователь Мультипена	Пена низкой кратности, пленкообразующий	1	150 000	150 000

Продолжение таблицы 5.1

Наименование	Характеристики	Кол-во штук	Цена за единицу, тенге	Стоимость, тенге
Пеногенератор	Автоматическое управление	4	120 000	480 000
Комплект базового программного обеспечения	Компьютерное программное обеспечение	7	20 000	140 000
Модем	TP-Link TD-884	1	9000	9000
Кондиционер	Quattroclima QV-I48FC/QN-I48UC	1	120 000	120 000
ВСЕГО Ко:	-	-	-	6 223 872

Транспортные расходы, составляют 3% от стоимости всего оборудования.

$$Ктр = 0{,}03 \cdot Ко = 0{,}03 \cdot 6223872 = 186716 \text{ тенге}$$

Монтаж оборудования, пуско-наладка производится инженерами монтажниками АО «Казахтелеком», расходы составляют 1% от стоимости всего оборудования.

$$Км = 0{,}01 \cdot Ко = 0{,}01 \cdot 6223872 = 62238 \text{ тенге}$$

Расходы по проектированию и разработки проекта составляют 0,5% от стоимости всего оборудования.

$$Кпр = 0{,}005 \cdot К_0 = 0{,}005 \cdot 6223872 = 31119 \text{ тенге}$$

Общая сумма капитальных вложений по реализации проекта составляет:

$$К_{\Sigma} = 6223872 + 186716 + 62238 + 31119 = 6503945 \text{ тенге}$$

Эксплуатационные расходы

Текущие затраты на эксплуатацию данной системы связи определяются по формуле:

$$Э_р = ФОТ + О_с + А_о + Э + Н + М + С_{адм} \qquad (5.2)$$

где ФОТ – фонд оплаты труда;

$О_С$ – отчисления на соц. нужды;

$А_О$ – амортизационные отчисления;

Э – затраты на электроэнергию;

Н – накладные затраты;

М – расходы, потраченные на материалы;

$С_{адм}$ – прочие административные, управленческие расходы

Фонд оплаты труда. В штате данного проекта состоит 2 инженера-техника, 2 оператора, 2 программиста. Месячная зарплата у инженера-техника составляет 150000 тенге, у оператора 90000 тенге, у программиста 100000 тенге (см. таблицу 5.2)

Таблица 5.2 – Заработная плата сотрудников [9]

Должность	Количество	Месячная заработная плата	Суммарная месячная заработная плата	Годовая заработная плата, тенге
Инженер-техник	2	150000	300000	3600000
Оператор	2	90000	180000	2160000
Программист	2	100000	200000	2400000

Затраты по оплате труда рассчитываются по формуле:

$$ФОТ = Зосн + Здоп \quad (5.3)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ - дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата в год будет: $З_{осн}$ =8160000 тенге

Дополнительная заработная плата составляет 10% от основной заработной платы:

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

$$Здоп = 0,1 \cdot 8160000 = 816000$$

Общий фонд оплаты труда за год составит:

ФОТ=8160000+816000=8976000 тенге

В соответствии со статьей 317 Налогового кодекса РК социальный налог начисляется по специальной сетке в зависимости от размера начисленного дохода. Ставка составляет 11% и рассчитывается по формуле:

$$Ос = 0,11 \cdot (ФОТ - ПО) \quad (5.5)$$

где ПО – отчисления в пенсионный фонд;

ФОТ – фонд оплаты труда

0,11 – ставка на социальные нужды ПО составляют 11% от ФОТ

$$ПО = 0,1 \cdot 8976000 = 897600 \text{ тенге}$$

Тогда социальный налог будет равен:

$$Ос = 0,11 \cdot (8976000 - 897600) = 888624 \text{ тенге}$$

Расчет затрат на амортизацию. Амортизационные отчисления берутся исходя из того, что норма амортизации на оборудование связи составляет 25% [10] :

Амортизация вычисляться по следующей формуле:

$$А_0 = Н_А \cdot \sum К \qquad (5.6)$$

где $Н_А$- норма амортизации;

$\sum К$ – стоимость оборудования без НДС + затраты на монтажные и транспортные расходы.

Тогда амортизационные отчисления составляют:

$$А_0 = Н_А \cdot \sum К = 0.25 \cdot 6503945 = 1625986 \text{ тенге}$$

Расчет затрат на электроэнергию.

$$Э = З_{эл.обор} + З_{доп.нуж} \qquad (5.7)$$

где $З_{эл.обор.}$ – затраты на электроэнергию для оборудования;

$З_{доп.нуж.}$ – затраты на дополнительные нужды.

Затраты электроэнергии на оборудование рассчитывается по формуле

$$З_{эл.\ обор.} = W \cdot T \cdot S \cdot 24 \cdot 12 \qquad (5.8)$$

где W – потребляемая мощность, W=16,8кВт;

T – время работы-24 часа;

S – тариф, равный 1 кВтч=16,02тг [11];

365– количество дней в году;

$$З_{эл.обор.} = 16,02 \cdot 16,8 \cdot 24 \cdot 365 = 2\ 357\ 631 \text{ тенге}$$

Затраты на дополнительные нужды составляют 5% от затрат на оборудование, рассчитывается по формуле:

$$З_{доп.нуж.} = 0{,}05 \cdot З_{эл.обор} \quad (5.9)$$

где $З_{ЭЛ.ОБОР}$ - затраты на электроэнергию для оборудования;

Затраты на электроэнергию для дополнительных нужд:

$$С = 0{,}05 \cdot 2357631 = 117881 \text{ тенге}$$

Тогда суммарные затраты на электроэнергию будут равны:

$$Э = 2357631 + 117881 = 2475512 \text{ тенге}$$

Расчет прочих административных, управленческих затрат

Стоимость прочих административных расходов составляет 30% от годового фонда заработной платы:

$$С_{адм} = 8976000 \cdot 0{,}3 = 2692800 \text{ тенге}$$

Расчет накладных затрат. Накладные расходы составляют 40 % от всех затрат и рассчитываются по формуле:

$$Н = 0{,}4 \cdot (ФОТ + О_С + А + Э) = 0{,}4 \cdot (8976000 + 888624 + 1625986 + 2445512) = 5574448 \text{ тенге}$$

Расходы на материалы. Материалы, использованные при технической реализации проекта, составляют 2% от стоимости коммутационного оборудования:

$$М = 6\,223\,872 \cdot 0{,}02 = 124477 \text{ тенге}$$

Результаты расчета годовых эксплуатационных расходов проекта в таблице 5.3

Таблица 5.3 - Годовые эксплуатационные расходы

Показатель	Сумма, тенге
ФОТ	8976000
Отчисления на социальные нужды (Ос)	888624
Амортизационные отчисления (А0)	1655986
Затраты на электроэнергию (Э)	2475512
Расходы на материалы (М)	124477
Накладные расходы (Н)	5574448
Административные затраты ($С_{адм}$)	2692800
Итого	20895806

Э = 8976000+888624+1625986+2475512+124477+5574448+2692800 = 20895806 тенге

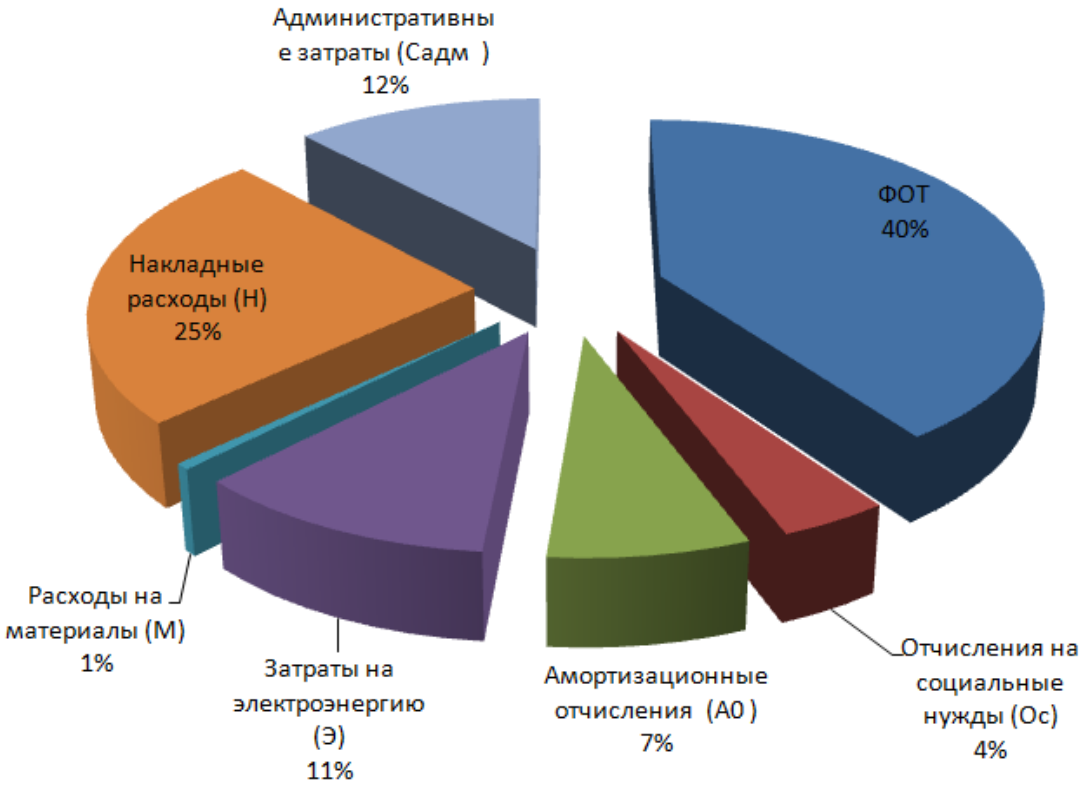


Рисунок 5.1 - Диаграмма структуры эксплуатационных затрат

По рисунку 5.1 видно, что большую часть в эксплуатационных расходах занимает фонд оплаты труда (40 %) и накладные расходы (25 %).

5.7 Расчет доходов от внедрения системы

Внедрение данной системы пожарной безопасности и ее круглосуточного мониторинга главным образом необходимо компаниям, занимающимся нефтегазовой добычей в месторождении Узень в Мангистауской области и транспортировкой по нефтепроводам. В 2016 году этими компаниями являются: АО «Мангистау МунайГаз», АО «Нефтяная компания Кор» .

Ежегодно, компании направляют достаточные финансовые средства на мероприятия по обеспечению безопасности и охраны труда и снижению производственного травматизма. За прошедший годовой период на эти мероприятия было направлено свыше 25,6 млн. тенге в Западном регионе.

На предстоящие периоды планируются финансовые вложения в размере 30 млн. тенге ежегодно на поддержание оборудования, приобретение спецодежды и на обучение в специализированной учебной организации по вопросам «Промышленная безопасность» и «Безопасность и охрана труда». [12]

Произведем расчет чистого дохода компании по формуле:

$$П = D_0 - Э \quad (5.10)$$

где D_0 – доходы от основной деятельности;

Э – эксплуатационные расходы.

П = 30000000 - 20895806 = 9104194 тенге

Рассчитаем коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений по формуле:

$$E = \frac{П}{\sum К} = \frac{9104194}{6503945} = 1{,}4\,, \quad (5.11)$$

Срок окупаемости капитальных вложений определим по формуле:

$$T = \frac{1}{E} = \frac{1}{1{,}4} = 0{,}71 \text{ года}\,, \quad (5.12)$$

По аналогии произведем расчет для последующих пяти лет эксплуатации оборудования и для удобства занесем данные в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Показатели доходов (не дисконтированные)

Наименование	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год
Доходы от реализации услуг, тенге	30000000	30000000	30000000	30000000	30000000
Эксплуатационные расходы, тенге	20895806	20895806	20895806	20895806	20895806
Прибыль, тенге	9104194	9104194	9104194	9104194	9104194
Капитальные вложения, тенге	6503945	-	-	-	-

Для четкого понимания насколько окупятся вложения средств завтрашними выгодами, произведем расчет показателей чистой приведенной стоимости (NPV), Индекса рентабельности инвестиций (PI), внутренней нормы доходности (IRR) и дисконтированного срока окупаемости инвестиций (DPP).

Определим коэффициент дисконтирования:

$$\alpha_t = \frac{1}{1 + r^t}, \tag{5.13}$$

где α_t – коэффициент дисконтирования;

r – норма дисконта;

t – номер шага расчета (год).

$$\alpha_1 = \frac{1}{(1 + 0{,}2)^1} = 0{,}833$$

$$\alpha_2 = \frac{1}{(1 + 0{,}2)^2} = 0{,}694$$

$$\alpha_3 = \frac{1}{(1 + 0{,}2)^3} = 0{,}579$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{(1 + 0{,}2)^4} = 0{,}482$$

$$\alpha_5 = \frac{1}{(1 + 0{,}2)^5} = 0{,}402$$

Общая накопленная величина дисконтированных доходов рассчитывается по формуле:

$$PV = \sum_{t=1}^{n} \frac{P_t}{(1 + r)^t} = \sum_{t=1}^{n} P_t \cdot \alpha_t\ , \tag{5.14}$$

где n – число периодов реализации проекта;

P_t – чистый поток платежей в периоде t.

$$PV\ = P_t \cdot \alpha_t \tag{5.15}$$

$$PV_1\ = 9104194 \cdot 0{,}833 = 7{,}58\ \text{млн. тенге}$$

$$PV_2\ = 9104194 \cdot 0{,}694 = 6{,}32\ \text{млн. тенге}$$

$$PV_3\ = 9104194 \cdot 0{,}579 = 5{,}27\ \text{млн. тенге}$$

$$PV_4\ = 9104194 \cdot 0{,}482 = 4{,}39\ \text{млн. тенге}$$

$PV_5 = 9104194 \cdot 0{,}402 = 3{,}66$ млн. тенге

$$PV = 7{,}58 + 6{,}32 + 5{,}27 + 4{,}39 + 3{,}66 = 27{,}22 \text{ млн. тенге}$$

Чистая приведенная стоимость (Net Present Value – NPV) относится к группе методов дисконтирования денежных потоков или DCF-методов.

Пусть I_0 – сумма первоначальных затрат, т.е. сумма инвестиций на начало проекта, PV – современная стоимость денежного потока на протяжении экономической жизни проекта.

Текущая стоимость затрат (I_0) сравнивается с текущей стоимостью доходов (PV). Разность между ними составляет чистую текущую стоимость проекта (NPV):

$$NPV = PV - I_0 \tag{5.16}$$

$$NPV = 27{,}22 - 6{,}5 = 20{,}72 \text{ млн тенге}$$

Если рассчитанная таким образом чистая современная стоимость потока платежей имеет положительный знак (NPV > 0), это означает, что в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты, обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, а также ее некоторый резерв, равный NPV. Если NPV < 0, то проект имеет доходность ниже рыночной и поэтому проект следует отвергнуть. Если NPV=0, то проект не является ни прибыльным, ни убыточным.

Индекс рентабельности (доходности) инвестиций (PI) представляет собой отношение суммы приведенных эффектов к величине инвестиционных затрат. Индекс рентабельности (PI) рассчитывается по формуле:

$$PI = \frac{PV}{I_0}, \tag{5.17}$$

$$PI = \frac{27{,}22}{6{,}5} = 4{,}19$$

Очевидно, что если PI > 1, то проект следует принять; PI < 1, то проект следует отвергнуть; PI = 1, то проект ни прибыльный, ни убыточный.

Внутренняя норма доходности инвестиций (IRR) представляет собой ту норму дисконта (r вн.) при которой дисконтированные доходы от проекта равны инвестиционным затратам. IRR=r, при котором NPV=f(r)=0.

Внутренняя норма доходности определяет максимально приемлемую ставку дисконта, при которой можно инвестировать средства без каких-либо потерь для собственника. Её значения находят исходя из следующего уравнения:

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{P_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0, \qquad (5.18)$$

IRR определяется методом итерации (перебора) значений норм дисконта (большим, чем заданная r) с тем, чтобы PV приблизительно сравнялось со значением I_0 и затем сравнивается с требуемой инвестором нормой дохода на вкладываемый капитал. Если IRR равна или больше требуемой инвестором нормы дохода на капитал, то инвестиции в данный проект оправданы, в противном случае, инвестиции в данный проект нецелесообразны.

Срок окупаемости инвестиций – один из самых простых и широко распространен в мировой практике, не предполагает временной упорядоченности денежных поступлений.

Он состоит в вычислении количества лет, необходимых для полного возмещения первоначальных затрат, т.е. определяется момент, когда денежный поток доходов сравняется с суммой денежных потоков затрат (расчет чистой текущей стоимости с нарастающим итогом). Если прибыль распределена неравномерно, то срок окупаемости рассчитывается прямым подсчетом числа лет, в течение которых инвестиция будет погашена кумулятивным доходом. Общая формула расчета показателя DPP имеет вид:

$$DPP = t, \text{при котором } P_t > I_0 \qquad (5.19)$$

$$DPP = \frac{6503945}{9104194} = 0{,}71$$

Произведем все приведенные выше расчеты с помощью табличного процессора MS Excel. Полученные данные занесем в таблицу 5.5.

Внутреннюю норму доходности также определим с помощью табличного процессора MS Excel путем перебора норм дисконта, выше заданного, то есть больше 20%.

В нашем случае NPV > 0 (NPV = 20,72 млн. тенге), это означает, что в течение своей экономической жизни проект возместит первоначальные затраты, обеспечит получение прибыли согласно заданному стандарту, а также ее некоторый резерв, равный NPV.

Кроме того PI > 1 (PI = 4,19), поэтому проект следует принять. Логика критерия PI такова: он характеризует доход на единицу затрат. В отличие от чистого приведенного эффекта индекс рентабельности является относительным показателем.

Таблица 5.5 – Расчеты по проекту

Показатели	Проектный период				
	1г.	2г.	3г.	4г.	5г.
Чистый денежный поток, млн. тенге	9,104194	9,104194	9,104194	9,104194	9,104194

Продолжение таблицы 5.5

Показатели	Проектный период				
	1г.	2г.	3г.	4г.	5г.
Инвестиционные затраты, млн. тенге	6,503945				
Норма дисконта, %	20	20	20	20	20
Коэффициент дисконтирования	0,833	0,694	0,579	0,482	0,402
Чистая текущая стоимость (PV), млн. тенге	7,58	6,32	5,27	4,39	3,66
Чистый дисконтированный доход (NPV), млн. тенге	20,72				
Индекс доходности (PI)	4,19				
Чистая текущая стоимость с нарастающим итогом, млн. тенге	1,0829	7,4052	12,674	17,064	22,723
Дисконтированный срок окупаемости, DPP	0,71				

На рисунке 5.2 представлен график срока окупаемости. Видим, что срок окупаемости приходится на девятый месяц реализации проекта (дисконтированный срок окупаемости равен 0,71).

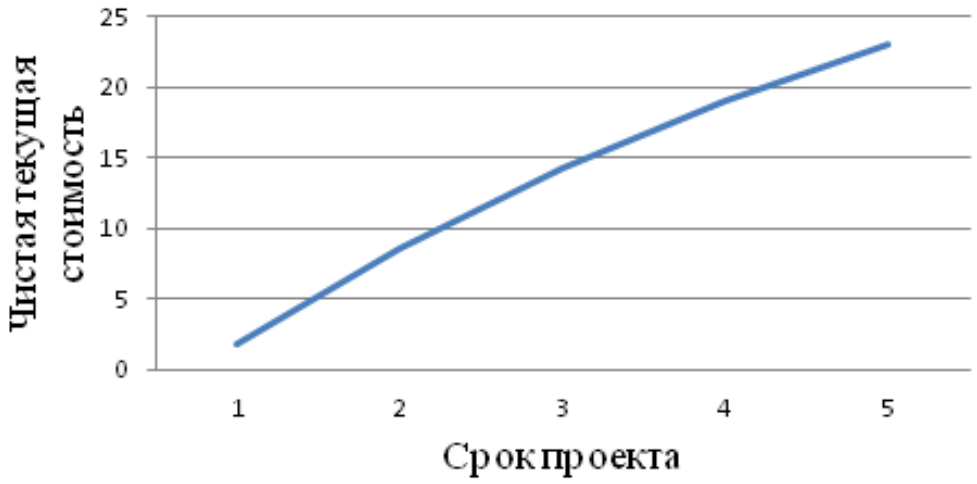


Рисунок 5.2 – График окупаемости проекта

5.8 Выводы по разделу

Общая сумма капитальных вложений составила 6503945 тенге, эксплуатационных расходов – 20895806 тенге. Большую часть в годовых эксплуатационных расходах занял ФОТ (40 %). Предполагаемый годовой доход составил 30000000 тенге. Срок окупаемости капитальных вложений составил 0,71 года или 9 месяцев. Исходя из вышеприведенного финансово-экономического обоснования данного проекта, можно сделать вывод, что данный проект является экономически выгодным и эффективным, потому что показатель PI показывает, что на 1 потраченную единицу доход будет 4,19 тенге. На основании вышеописанного видно, что проектирование сети связи экономически эффективно.

6 Безопасность жизнедеятельности

6.1 Анализ производственного процесса

В данном дипломном проекте рассматривается создание и модернизации беспроводной системы мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области и просчитывается вариант построения цифровой радиорелейной линии (ЦРРЛ) связи на участке, соединяющем данное месторождение с городом Жанаозен.

В данном разделе произведены расчеты и анализ безопасности жизнедеятельности в служебных помещениях радиорелейных станций.

Во "Временных санитарных нормах и правилах защиты населения от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими объектами" определена предельно допустимая величина плотности потока мощности электромагнитного излучения 10 мкВт/см2 и плотность мощности излучения от антенн РРС не превышает этой нормы.

При проектировании РРЛС необходимо наличие на оконечных и промежуточных станциях зданий и сооружений, в которых будет расположено оборудование радиорелейных систем передачи; электроустановки вспомогательных служб; трансформаторная подстанция; опора для антенны.

Для обеспечения безопасности сотрудников нефтегазового месторождения, необходимо произвести расчеты естественного и искусственного освещений, определить необходимое количество светильников и их тип. Также большую роль при обслуживании оборудования играет вентиляция, поэтому необходимо посчитав тепло, выделяемое человеком, оборудованием и солнцем, рассчитать нужное количество кондиционеров и выбрать его модель, с наиболее подходящими параметрами.

6.2 Дежурно-диспетчерский центр мониторинга

Данный дежурно-диспетчерский центр представляет собой одноэтажное здание и состоит из четырех основных отделов (рисунок 6.1)

Дежурно-диспетчерский центр осуществляет централизованный оперативно-технический мониторинг работ и процессов всей системы мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении.

Операторы центра работают круглосуточно в 2 смены. Штат центра мониторинга состоит из 6 человек, из них:

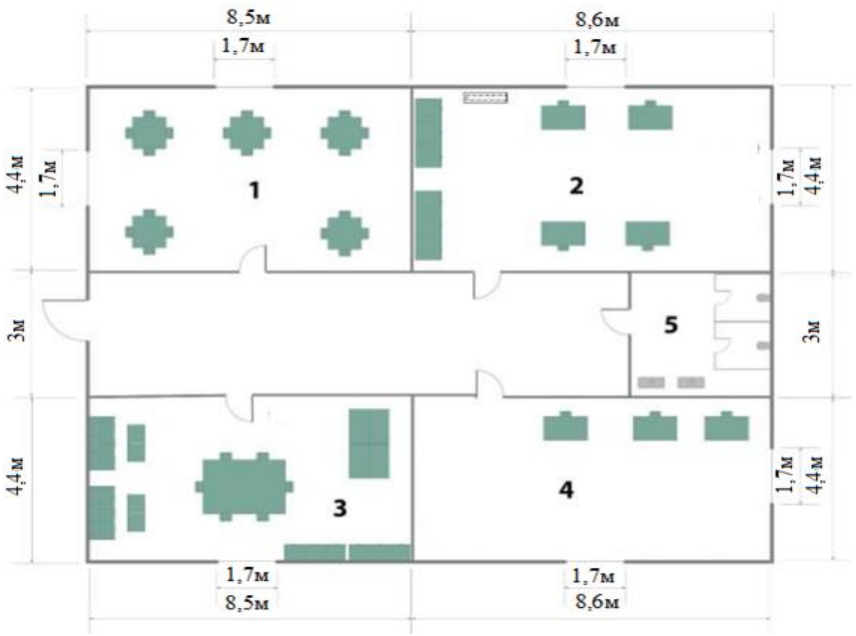
- 2 оператора;
- 2 программиста;
- 2 инженера-техника

Будем рассматривать помещение, в котором размещаются операторы, следящие за мониторингом системы. Данное помещение обладает следующими параметрами:

- в длину 8,6 м;
- в ширину 4,4 м;
- в высоту 3 м.

Площадь данного помещения составляет 37,84 м2, объем помещения равняется 113,52 м3. В помещении установлено 4 люминесцентных светильников ЛХБ65-4, состоящих из 4 ламп с мощностью по 65 Вт.

Проектирование помещения осуществляется в соответствии со СНиП РК 3.02-04-2009. Уровень естественного и искусственного освещения помещения соответствует требованиям СНИП РК 2.04-05-2002*



1 – помещение приема еды; 2 – помещение для операторов, следящих за мониторингом противопожарной системы; 3 – комната отдыха; 4 – помещение для программистов

Рисунок 6.1 – План дежурно-диспетчерского центра мониторинга

6.3 Рабочее помещение

Помещение для операторов, следящих за мониторингом системы (рисунок 6.2).

Размеры помещения: 8,6 х 4,4 х 3

Площадь помещения: 37,84 м2

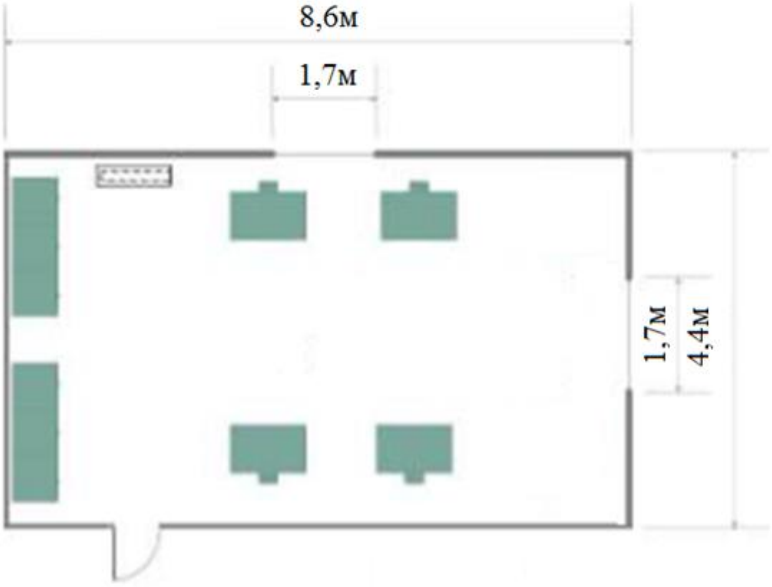


Рисунок 6.2 – План рабочего помещения

Поскольку наименьшим объектом различения при работе с ПЭВМ является пиксель, размер которого составляет 0,28 мм, то выполняемый вид работ считаем зрительной работой очень высокой точности. Таким образом, относим выполняемые работы ко II разряду. Общее освещение составляет 500 лк. (ГОСТ 12.1.028-80).

Таблица 6.1 – Нормы освещенности при естественном и искусственном освещении. СНиП РК 2.04-05-2002

Разряд работы	Виды работы степени точности	Размеры предметов, которые необходимо различать при работе, мм	Освещенность, лк	Источник света
II	Высокой точности	От 0,1 до 0,3	500	Люминесцентные лампы

В соответствии с таблицей 6.1 для искусственного освещения помещения требуются 4 люминесцентных светильника типа ЛХБ65-4, состоящие из 4 ламп с мощностью по 65 Вт.

Световые проемы: 2 окна, каждое размером 1,7 х 1,5 м и площадью 2,55 м2. Общая площадь световых проемов 5,1 м2.

Проведем проверку, соответствует ли данная площадь нормам естественного освещения рабочего помещения.

Общую площадь окон определяем по формуле для бокового освещения:

$$S_0=(S_n \cdot e_N \cdot \eta_0 \cdot K_3)/(100 \cdot \tau_0 \cdot r_1), \quad (6.1)$$

где Sn – площадь пола помещения, м2;

e – нормированное значение КЕО;

η – световая характеристика окон;

K – коэффициент запаса: Kз = 1,2;

τ - общий коэффициент светопропускания;

r – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию.

$$e_N = e_H \cdot m \cdot c, \quad (6.2)$$

где e_N - значение КЕО для II разряда зрительных работ, eн = 2;

m – коэффициент светового климата, для г.Алматы, m =0,9;

c – коэффициент солнечности, c = 0,75.

$e_N = 2 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}75 = 1{,}0125$

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 , \quad (6.3)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала для стеклопакета, τ_1 =0,7;

τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема (переплеты деревянные: спаренные): τ_2 =0,6 ;

τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении, τ_3=0,5;

τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах τ_4 =0,75.

$$\tau_0 = 0{,}7 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}75 = 0{,}15$$

Определим r_1 — коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении. Принимаем расстояние от верха окна до потолка $h_{пов}$ равным 0,6 м. Тогда высота от уровня условной рабочей поверхности до верха окна:

$$h = h + h + h , \quad (6.4)$$

$$h = 3 + 1{,}7 - 0{,}6 = 4{,}1 м$$

$B/h_1=4{,}1/4{,}5=0{,}9$ $\eta_0 = 2{,}35$

$l/h_1=0{,}45$

$l/B=0{,}5$

$(\rho+\rho+\rho)/3=50\%$

$r_1=1{,}1$

Подставим все значения в расчетную формулу (6.1):

$$S_0=8{,}7 \text{ м}^2$$

В комнате общая площадь световых проемов составляет 8,7 м2.

Отношение общей площади окон к площади помещения будет 1:6, что соответствует параметрам СНиП 31-01-2003

Проверим, хватит ли 4 светильника для требуемой освещенности помещения, которая при разряде зрительной работы II равна 500 лк.

Для расчёта системы искусственного освещения используем метод коэффициента использования светового потока, который выражается отношением светового потока, падающего на расчётную поверхность, к суммарному потоку всех ламп. Его значение зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемой коэффициентами отражения стен и потолка [13].

$$E=(F\cdot\eta\cdot N\cdot n)/(k\cdot S\cdot z), \qquad (6.5)$$

где E - освещённость, лк (E =500 лк);

F - световой поток одной лампы, лм (F =3820 лм);

η - коэффициент использования осветительной установки, %;

N - число светильников общего освещения

n - число ламп в светильнике (n =4);

k - коэффициент запаса, (k =1,5);

S - площадь помещения, м2 (S =37,84 м2);

z- поправочный коэффициент, (z=1,1).

Коэффициент использования η зависит от типа светильника, от коэффициентов отражения потолка *p*, стен *p*, расчётной поверхности *p* и индекса помещения.

$$i=S/(h\cdot (a+b)), \qquad (6.6)$$

где h - высота светильника над рабочей поверхностью;

a - длина помещения;

b - ширина помещения.

Найдем *h* по формуле:

$$H_{рас}=H-h_{раб.пов}-h_{свеса}=3-0,7-0=2,3, \quad (6.7)$$

где H - высота помещения, м;

$h_{раб\ пов}$ - высота рабочей поверхности от пола, м;

$h_{свеса}$ - высота свеса светильника от основного потолка, м.

$$i=37,84/39,9=0,94.$$

Зная индекс помещения, по таблице определим коэффициент использования светового потока: η =48%

Для определения количества светильников воспользуемся формулой

$$N=(E\cdot k\cdot S\cdot z)/(F\cdot \eta\cdot n) \quad (6.8)$$

$$N= (500\cdot 1,5\cdot 37,84\cdot 1,1)/(3820\cdot 0,48\cdot 4)=4,25\approx 4$$

Следовательно, для обеспечения необходимой освещенности на рабочем месте будет достаточно 4 светильника типа ЛХБ65-4. Схема расположения светильников представлена на рисунке 6.3

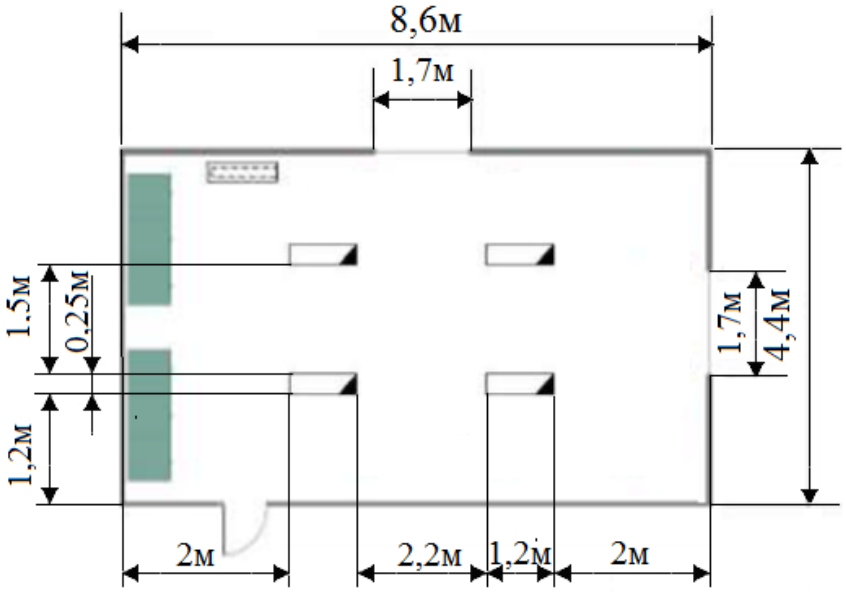


Рисунок 6.3 – Схема расположения светильников

6.4 Расчет системы вентиляции

Система кондиционирования должна устанавливаться таким образом, чтобы ни холодный, ни теплый воздух не был направлен на человека. Температура воздуха на уровне ног и на уровне головы не должна изменяться более, чем на 5 градусов.

В таблице 6.2 приведены оптимальные нормы параметров

микроклимата с учетом периода года, согласно ГОСТ 12.0.003-88. ССБТ для легкой физической работы [14].

Таблица 6.2 – Оптимальные нормы микроклимата для помещений с ПК

Период года	Категория работ	Температура воздуха °С не более	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха м/с
Холодный	Легкая 1б	21-23	40-60	0,1
Теплый	Легкая 1б	22-24	40-60	0,2

$$Q_{из} = Q_{из1} + Q_{из2} + Q_{из3} + Q_{из4}, \quad (6.9)$$

где $Q_{изб1}$ - избыток тепла от электрооборудования и освещения;

$Q_{изб2}$ - теплопоступление от солнечной радиации;

$Q_{изб3}$ - теплопоступления от людей;

$Q_{изб4}$ - тепло, выделяемое производственным оборудованием

Количество тепла, выделяемого от освещения:

$$Q_{изб1}=E \cdot p, \quad (6.10)$$

где *E* - коэффициент потерь электроэнергии на теплоотвод (*E*=0,55 для люминесцентных ламп);

p – суммарная мощность источников освещения;

$$p = 65 \cdot 4 \cdot 4 = 1040 \text{Вт}.$$

$$Q_{изб1}=0{,}55 \cdot 1040 = 572 \text{ Вт}.$$

Количество тепла, вносимого за счет солнечной радиации:

$$Q_{изб2}=m \cdot S \cdot k \cdot Q_c, \quad (6.11)$$

где m - число окон, (m =2);

S - площадь окна (S =1,6·1,4 = 2,24м2);

k - коэффициент, учитывающий характер остекления, (*k* =1,15).

Таблица 6.3 – Значение коэффициента k

Характеристика остекления	Значение коэффициента *k*
Остекление двойное в одной раме	1,15
Остекление одинарное	1,45
Загрязнение стекол обычное	0,8
Загрязнение стекол сильное	0,7

Побелка стекол	0,6
Остекление с матовыми стеклами	0,4
Внешнее зашторивание окон	0,25

Q - теплопоступление от солнечной радиации через один квадратный метр остекления с учетом ориентации по сторонам света (Q=185 Вт/м).

$$Q_{изб2}= 2\cdot 2,24\cdot 1,15\cdot 185= 953,12 \text{ Вт}$$

Количество тепла, выделяемое человеком:

Тепловыделения человека зависят от тяжести работы, температуры и скорости движения окружающего воздуха. В расчетах используется явное тепло, т. е. тепло, воздействующее на изменение температуры воздуха в помещении.

$$Q_{изб3}=n\cdot q, \qquad (6.12)$$

где q = 80 Вт/чел. (явное тепло, при 24 °С, при умственной работе);

n - число людей в комнате, *n* = 4;

$$Q_{изб3}=4\cdot 80=320\text{Вт}$$

Количество тепла, выделяемого производственным оборудованием:

$$Q_{изб4}=1000\cdot N\cdot n1\cdot n2\cdot n3\cdot n4, \qquad (6.13)$$

где N – номинальная мощность компьютеров;

n1 - коэффициент использования номинальной мощности, (n1=0,7);

n2 - коэффициент загрузки, т.е. отношение средней потребляемой мощности к максимально необходимой, (n2 =0,5);

n3 - коэффициент одновременности работы компьютеров, (n3 =0,5);

n4 - коэффициент, характеризующий долю механической энергии, превратившейся в тепло, (n4=0,65).

$Q_{изб4}$=819 Вт

$Q_{изб}$=2664,12 Вт

При наличии теплоизбытков количество воздуха, которое необходимо удалить из помещения:

$$L_b= Q_{изб}/(C_b\cdot \Delta t\cdot \gamma_b), \qquad (6.14)$$

где $Q_{изб}$– избыточное тепло, ккал/ч1;

C_b – теплоёмкость воздуха (0,24 ккал/кг°С);

γ =1,206 кг/ м3 – удельная масса приточного воздуха.

$$\Delta t = t1 - t2 \cdot \Delta t = t\ 1 - t2\ , \qquad (6.15)$$

где t1 – температура воздуха, выходящего из помещения, °С;

t2 – температура воздуха поступающего в помещение, °С.

Величина Δt при расчётах выбирается в зависимости от теплонапряженности воздуха:

$$Q_н = Q_{изб}/V_n \qquad (6.16)$$

$$Q_н = 23{,}47 \text{ ккал/м3}.$$

Если тепло-напряжённость воздуха $Q_н$ <20 ккал/м3, то принимают Δt=6 С, а при $Q_н$ >20 ккал/м3, Δt=8 С.

$$L_b = 2664{,}12/(0{,}24 \cdot 8 \cdot 1{,}206) = 1150{,}5 \text{ м3/ч}$$

В данном помещении требуется установка кондиционера.

Рассчитав основные параметры, можно выбрать кондиционер, наиболее подходящий для данного помещения.

Установим кондиционер модели Quattroclima QV-I48FC/QN-I48UC. Он рассчитан на работу в помещении объемом 100-110 $м^3$. Выбранный кондиционер создает воздухообмен 1200 $м^3$ /ч, это удовлетворяет условию 1200>1108,95 $м^3/ч$; Данный кондиционер характеризуется наличием автоматического режима, т.е. кондиционер может автоматически поддерживать заданную температуру, переключаясь при необходимости из одного режима в другой (охлаждение, обогрев, вентиляция). создаваемая температура в помещении от 17 до 27^0 С градусов и влажность 40-60%. Электрическое питание кондиционера 230 В. Встроен плазменный фильтр, который позволяет очищать воздух помещения от пыли, запахов, дыма. Эффективность очистки воздуха достигает 95%. Самодиагностика; таймер включения/выключения. Уровень шума 45 дБ.

Необходимое количество кондиционеров рассчитывается:

$$N = 1200/1150{,}5 = 1{,}04 \approx 1 \text{ кондиционер}$$

6.5 Оснащение помещений средствами противопожарной безопасности и средствами пожаротушения

Электрическая пожарная сигнализация состоит приборы-извещатели, приёмный пункт пожарной сигнализации в помещении, где осуществляется круглосуточное дежурство персонала [15].

В качестве извещателя используется дымовой пожарный извещатель ДИП-3.

При высоте помещения 3 м, площадь, контролируемая одним извещателем равна 10 м2.

Определим количество ДИП-3 по формуле (6.17):

$$M=Ц\cdot(S/S0) \qquad (6.17)$$

где Ц – округление до ближайшего целого числа;
S – площадь помещения;
S0 – площадь контролируемая одним ДИП-3.

$$M=Ц\cdot(S/S0) = Ц\cdot(37,84/10)=4$$

Разместим в здании 4 извещателя.
В качестве пульта извещения установим пульт «Топаз - 3 М».
С учётом того, что к пульту подключены все помещения.
Пульт «Топаз - 3 М» предназначен для контроля 10 зон извещения.
В помещении устанавливаем порошковый огнетушитель типа ОПУ-8.
Технические характеристики приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 - Характеристики огнетушителя ОПУ-8

Наименования параметров	Нормы для типоразмеров огнетушителей
Масса огнетушащего вещества, кг	8
Длина порошковой струи, м; не менее.	5
Время приведения огнетушителя в действие, с; не более.	5
Время выхода порошка, с; не менее.	12
Остаток огнетушащего порошка, %; не более.	10
Температура среды доступная для использования, С.	-30 +50
Габаритные размеры: Диаметр, мм Высота, мм	 163 570
Масса заряженного огнетушителя, кг.	13,5
Площадь тушения класса В, м2; 3,8 не менее.	3,8
Рабочее давление, Мпа 1,2	1,2
Вместимость корпуса, г	9

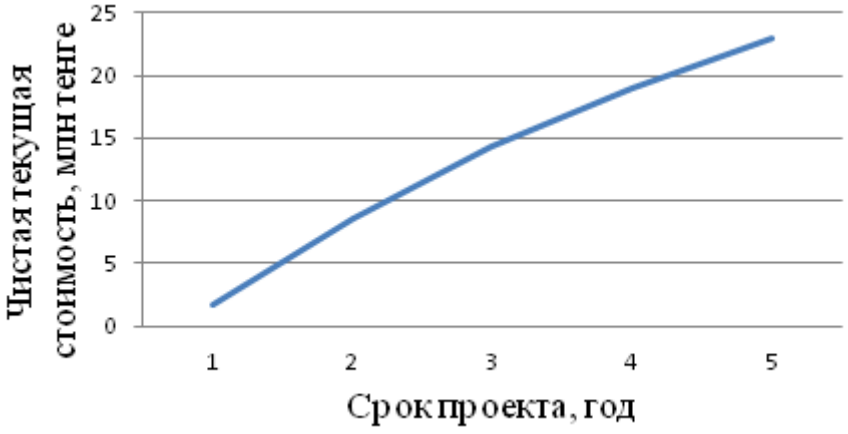


Рисунок 6.2 – График окупаемости проекта

6.6 Вывод по разделу

Согласно расчету выбран порошковый огнетушитель типа ОПУ-8. Масса огнетушащего вещества 8кг, габаритные размеры: диаметр 163мм, высота 570мм, длина порошковой струи 5м.

Огнетушители порошковые унифицированные типа ОПУ предназначены для тушения пожара класса А (твёрдых веществ), класса В (жидких веществ), класса С (газообразных веществ) и электроустановок до 1000 В. Все огнетушители подвергаются периодической проверке

Заключение

В данном дипломном проекте была спроектирована система мониторинга пожарной безопасности на нефтегазовом месторождении Узень в Мангистауской области. Благодаря данной системе будет вестись постоянное наблюдение и контроль за нефтяными резервуарами месторождения и передача информации в министерство по чрезвычайным ситуациям города Жанаозен. В первую очередь были рассмотрены существующие системы противопожарной безопасности на нефтегазовых месторождениях. Наиболее подходящей системой является система "Стрелец-Мониторинг", ее структура позволяет вести мониторинг на всех нефтяных резервуарах и даже в случае увеличения их количества и расстояния между ними система может увеличивать свои параметры. Для передачи информации была выбрана радиорелейная система передачи данных, так как она подходит для холмистой местности, оборудование имеет низкую стоимость и легко устанавливается. Месторождение Узень находится в 15,49 км от города Узень, поэтому буде достаточно одного пролета радиорелейной линии связи для передачи данных.

Сравнив несколько разных систем радиорелейной передачи данных, их достоинства и недостатки, я выбрала систему MINI-LINK E производителя Ericsson. Выбор был сделан учитывая такие факторы, как температурный диапазон работы системы и соотношения цены оборудования к качественным характеристикам и возможностям системы.

Был составлен частотный план, на рассматриваемом интервале имеется 2 ствола и для каждого ствола есть частота передачи и приема информации. Произведен расчет проектируемой радиорелейной линии связи и проверены условия устойчивости связи на пролете.

Ежегодно компании АО «МангистауМунайГаз», АО «Нефтяная компания Кор», добывающие нефть и газ на месторождении Узень в Мангиастауской области направляют достаточные финансовые средства на мероприятия по обеспечению безопасности и охраны труда и снижению производственного травматизма. Капитальные вложения составляют 6503945 тенге. Окупаемость проекта наступает на 9 месяце после введения системы в эксплуатацию.

Список литературы

1 Энциклопедия безопасности в ресурсодобывающих отраслях - Громов, Васильев - 2000, Москва

2 Басарыгин, «Теория и практика предупреждения осложнений и ремонта скважин при их строительстве и эксплуатации», Москва, 2006

3 Интеллектуальная модель месторождения. Официальный сайт журнала «Пожаровзрывобезопасность», URL: http://www.fire-smi.ru/ (дата обращения 14.5.2016)

4 Б.П. Старшинов, Баратов А.Н «Системы пожарной безопасности» учебное пособие, С. – Петербург Книжный Дом, 2003

5 Радиорелейные и спутниковые системы передачи. Учебник для вузов под редакцией А. С. Немировского. Москва. Радио и связь, 1986 г.

6 Н.Н. Гладышева, Л.П. Клочковская «Спутниковые и радиорелейные системы передачи» Методические указания к выполнению курсовой работы. Алматы: АИЭС, 2008

7 Стоимость противопожарного оборудования // Интернет-страница товаров корпорации Eaton, URL: http://www.elec.kz/market/category-133011/page6.html (дата обращения: 02.05.2016)

8 Стоимость радиорелейного оборудования Mini-Link E // Интернет-страница каталога товаров, URL: http://www.astel-nkt.kz/radiorelejnoe-oborudovanie.html (дата обращения: 02.05.2016)

9 Заработная плата инженеров связи в Казахстане // ZARPLAT.INFO: сервер сравнения зарплат, URL: http://www.kz.zarplat.info/engineer (дата обращения: 02.05.2016)

10 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров. – Алматы, АИЭС, 2009 г.

11 Тариф на реализацию электрической энергии в Казахстане // Интернет-страница компании «Астанаэнергосбыт», URL: http://www.astanaenergosbyt.kz/tarif (дата обращения: 02.05.2016)

12 Финансовая отчетность компаний АО «МангистауМунайГаз», АО «Нефтяная компания Кор» за предиод 2015 года // Интернет-страница Казахстанская Фондовая Биржа, URL: http://www.kase.kz/files/emitters/MMGZ/mmgzp_2014_rus.pdf (дата обращения: 02.05.2016)

13 СНиП РК 2.04-05-2002* «Естественное и искусственное освещение».

14 ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

15 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д.. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды. – М.:Радио и связь, 2010.

Приложение А
Расчет РРЛ в программном комплексе Mathcad 14

Расчет интервала РРЛ "ЛПДС Узень"-"ОРС Жанаозен"
Исходные данные расчета
Параметры оборудования РРЛ
Параметры интервала РРЛ
Протяженность интервала, км:

$R0 := 15.49$

Частота, Гц

$f := 8 \cdot 10^{9}$

Радиус Земли, км:

$Rz := 6370$

$i := 1..30$

Высотные отметки профиля пролета (исходные), м Коэффициент системы (коэфф. усиления системы), дБ

$Sg := 104$

ОРС "ЛПДС Узень"
Коэффициент усиления передающей антенны, дБ

$hpp_i := (h_i - 160) \cdot 0.5$

$Gprd := 43.1$

Коэффициент усиления приемной антенны, дБ

$Gprm := 43.1$

К.П.Д. антенно-фидерного тракта, дБ

$z\eta := 5$

ОРС " УС Жанаозен"

Расстояние до препятствия (самая высокая точка на интервале), км

$Rp := 11.6$

Справочные данные для интервала
Среднее значение вертикального градиента проницаемости, 1/м

$g := -7 \cdot 10^{-8}$

для степной полосы Казахстана

$\sigma := 9 \cdot 10^{-8}$

для степной полосы Казахстана Стандартное отклонение вертикального градиента проницаемости, 1/м Параметр yy (протяженности интервала)

$yy := 0.81$

для интервала протяженностью 25.1 км Интенсивность осадков, мм/час

$R001 := 22$

для Республики Казахстан (зона Е)

$kh := 0.0054$
$\alpha h := 1.327$

для частоты 8 ГГц Коэффициенты регрессии

$kv := 00.395$
$\alpha v := 1.310$

Параметр α (изменяется от 0,5 до 1) выбираем

$\alpha := 1$

принимаем как константу

$Clat := 0$

для Республики Казахстан Коэффициент

Продолжение приложения А

$Clon := 0$

для Республики Казахстан Коэффициенты, учитывающие
региональные эффекты:

$B1 := 0.89$

для Республики Казахстан

$C1 := 3.6$

для Республики Казахстан

Построение продольного профиля интервала

Максимальная высота препятствия, создаваемая выпуклостью земной поверхности:

$$R1 := \frac{R0}{2}$$

Расчет середины интервала

$R1 = 7.745$

км

$$ymax := \frac{R0 \cdot R1}{2 \cdot Rz} \cdot \left(1 - \frac{R1}{R0}\right)$$

Расчет максимальной высоты препятствия, создаваемого выпуклостью земной поверхности

$ymax = 4.708 \times 10^{-3}$

км

$$y_i := \frac{R0 \cdot R_i}{2 \cdot Rz} \cdot \left(1 - \frac{R_i}{R0}\right)$$

расчет линии профиля уровня моря

Длина волны:

$$\lambda := \frac{3 \cdot 10^8}{f}$$

$\lambda = 0.038$

м

Минимальный радиус зоны Френеля:

$$k := \frac{Rp}{R0}$$

$k = 0.749$

$$H0 := \sqrt{\frac{1}{3} \cdot R0 \cdot 1000 \cdot \lambda \cdot k \cdot (1 - k)}$$

R0 подставляется в км

Построение минимальной зоны Френеля:

$H0 := 6.065$

м

При длине пролета меньше 50 км стандартное отклонение должно определяться по формуле:

$$\sigma R := \left(10 \cdot 10^{-8} + \frac{g}{3.1}\right) \cdot \left(\frac{1}{yy} - 1\right) + \frac{\sigma}{yy}$$

$\sigma R = 1.293 \times 10^{-7}$

1/м

Среднее значение изменения просвета за счет рефракции, существующее в течение 80% времени:

$$\Delta H := -\left[\frac{(R0 \cdot 1000)^2}{4} \cdot (g + \sigma R) \cdot k \cdot (1 - k)\right]$$

длина пролета подставляется в км

$\Delta H = -0.225$

Продолжение приложения А

Высоты подвеса антенн определены проектом:

$h1 := 52$
м
$h2 := 25$
м

Расчет запаса на замирание

Затухание радиоволн в свободном пространстве:

$$L0 := 20\cdot\left(\log\left(\frac{f}{10^6}\right) + \log(R0)\right) + 32.45$$

$L0 = 134.313$

дБ

Запас на замирание:

$Ft := Sg + Gprd + Gprm - z\eta - L0$
$Ft = 45.887$
дБ

Расчет времени ухудшения связи из-за дождя, оптимизация пролета

Опорное расстояние:

$$d0 := 35\cdot e^{-0.015\cdot R001} = 25.162$$
км

Коэффициент уменьшения:

$$r := \frac{1}{1 + \frac{R0}{d0}} = 0.619$$

Эффективная длина пролета:

$de := r\cdot R0 = 9.588$
км

Удельное затухание в дожде для горизонтальной поляризации:

$$\gamma h := kh\cdot R001^{\alpha h} = 0.326$$

$\frac{дБ}{км}$

Удельное затухание в дожде для вертикальной поляризации:

$$\gamma v := kv\cdot R001^{\alpha v} = 0.227$$

$\frac{дБ}{км}$

Выбирается наименьшее значение:

$\frac{дБ}{км}$

$\gamma := \gamma v = 0.227$

Затухание на трассе, превышающее 0,01% времени

$A001 := \gamma\cdot de = 2.176$
дБ

$$Aff := \frac{A001}{Ft} = 0.061$$

Вычисление отношения

$$Af(Aff) := \begin{cases} 0.155 & \text{if } Aff < 0.155 \\ Aff & \text{otherwise} \end{cases}$$

Сравнение

$Af(Aff) = 0.155$

Время, в течение которого ослабление сигнала больше, чем запас на замирание:

$$Tg := 10^{11.628\cdot\left(-0.546+\sqrt{0.29812+0.172\cdot\log(0.12\cdot Af(Aff))}\right)} = 8.033\times10^{-7}$$

%

Расчет времени ухудшения связи, вызванного субрефракцией волн, оптимизация высот подвеса антенн

Среднее значение просвета на пролете:

$$Hg := H00 - \frac{(R0\cdot1000)^2}{4}\cdot g\cdot k\cdot(k-1) = 5.5$$

м

Относительный просвет:

$$Pg := \frac{Hg}{H0} = 0.907$$

На чертеже профиля пролета проводим прямую параллельно выбранному радиолучу на расстоянии Δy=H0 от вершины препятствия (самая высокая точка) вниз и находим ширину препятствия rp.

Ширина препятствия (задается вручную по чертежу профиля интервала):

$rp := 1.3$

км

Относительная длина препятствия:

$$LL := \frac{rp}{R0} = 0.084$$

Параметр μ, характеризующий аппроксимирующую среду:

$$\mu := \sqrt[3]{\frac{k^2\cdot(1-k)^2}{LL^2}}\cdot\sqrt[6]{\frac{64\cdot\pi\cdot\alpha}{3}} = 3.442$$

Множитель ослабления V0 опред. по значению μ по справочным материалам:

$V0 := -7.5$

дБ

Минимальный допустимый множитель ослабления:

$$Vmin := \frac{-Ft}{2} = -22.944$$

дБ

Значение относительного просвета, при котором наступает глубокое замирание сигнала, вызванное экранировкой препятствием минимальной зоны Френеля:

$$Pg0 := \frac{V0 - Vmin}{V0} = -2.059$$

Параметр A1:

$$A1 := \frac{1}{\sigma}\cdot\sqrt{\frac{\lambda}{(R0\cdot1000)^3\cdot k\cdot(1-k)}} = 2.595$$

Параметр ψ:

$\psi := 2.31\cdot A1\cdot(Pg - Pg0) = 17.78$

По справочным материалам определяем параметр TVmin:

$TVmin := 0.00001$

Если условие TVmin>=0.003 %, то проводится оптимизация высот подвеса антенн:

$TVmin < 0.003$

%

Т. к. условие выполняется, то в оптимизации высот подвеса антенн нет необходимости

Примем:

$TVmin1 := 0.00005$

%

Проверка норм на неготовность и окончательный выбор оптимальных высот подвеса антенн

$\psi 1 := 4.9$

Норма на неготовность:
Относительный просвет:

$$URdop := \frac{0.3 \cdot R0}{2500} = 1.859 \times 10^{-3}$$

%

$$Pg1 := \frac{\psi 1}{2.31 \cdot A1} + Pg0 = -1.242$$

Должно выполняться условие URdop>TVmin+Tg
Среднее значение просвета на пролете:

$$URdop > Tg + TVmin = 1$$

Условие выполняется

$$Hg1 := Pg1 \cdot H0 = -7.531$$

$$Hg1 - Hg = -13.031$$

Расчет времени ухудшения радиосвязи из-за многолучевого распространения
Т. О. определенные ранее высоты подвеса антенн необходимо увеличить на величину Hg1-Hg.
Процент времени с вертикальным градиентом рефракции:

$$P1 := 0.05$$

или 5% Коэффициент, учитывающий влияние климата и рельефа местности:

$$K111 := P1^{1.5} \cdot 10^{(-6.5 - Clat - Clon)} = 3.536 \times 10^{-9}$$

Наклон радиотрассы:

$$Ep := \left| \frac{h1 - h2}{R0} \right| = 1.743$$

м рад.
Коэффициент, учитывающий прочие параметры трассы:

$$Q1 := (1 + |Ep|)^{-1.4} = 0.243$$

Процент времени, в течение которого в узкополосных системах не превышается уровень принимаемого сигнала в средний худший месяц:

$$Tint := \frac{K111 \cdot Q1 \cdot f^{B1} \cdot R0^{C1} \cdot 10^{\frac{-Ft}{10}}}{10^{9}} = 2.781 \times 10^{-10}$$

%
частота подставляется в ГГц
Проверка норм на допустимое время ухудшения связи из-за многолучевого распространения
Норма на допустимое время ухудшения связи для высшего качества связи:

$$SES := \frac{0.054 \cdot R0}{2500} = 3.346 \times 10^{-4}$$

%

Должно выполняться условие SES>Tint:

$$SES > Tint = 1$$

Условие выполняется

Приложение Б
Продольный профильный интервал для пролета ОРС «ЛПДС «Узень» - ОРС «УС Жанаозен»

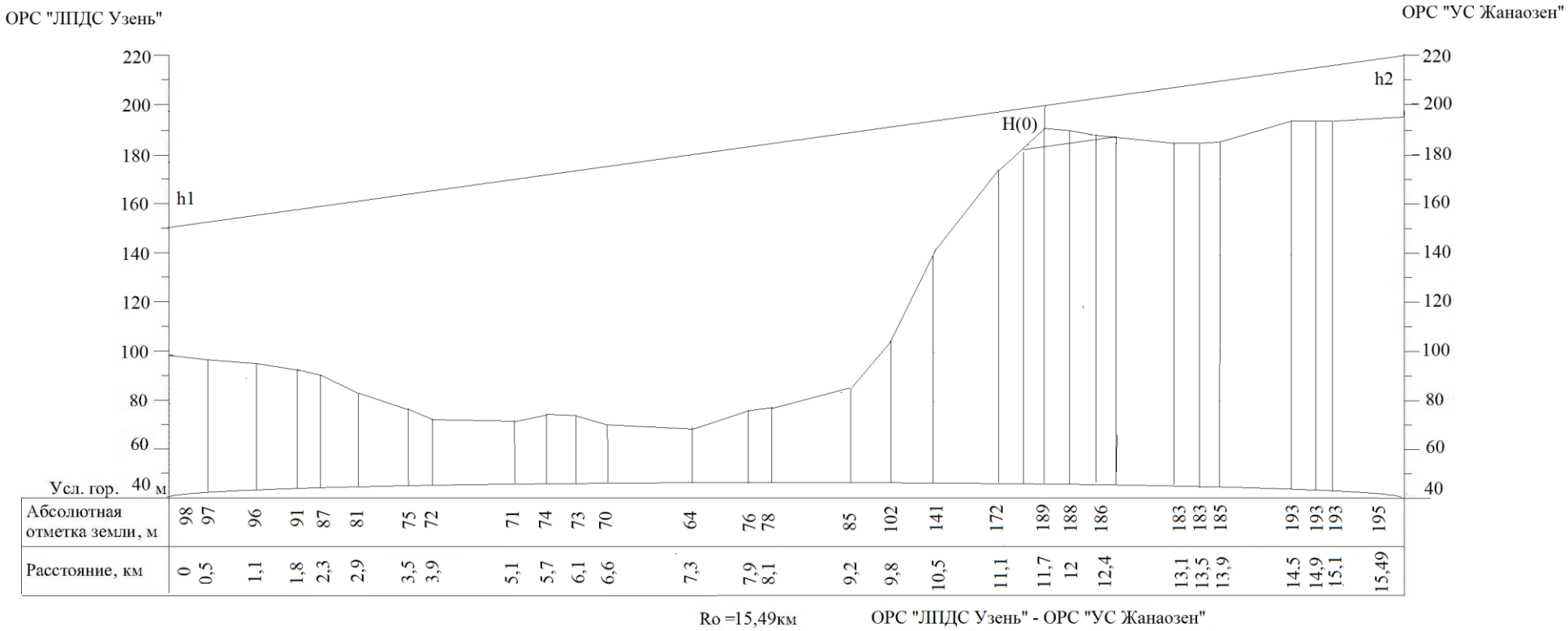


Рисунок Б.1 – Продольный профильный интервал для пролета ОРС «ЛПДС «Узень» - ОРС «УС Жанаозен»