

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

Кафедра СУАТ

«ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ»

Зав.кафедрой к.т.н. профессор Шимарбаев М.К.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

(подпись) « 13 » 06 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Проектирование спутниковой системы сбора и передачи данных для компании «КЕГОС»

Специальность 5В074600 Космическая техника и технологии

Выполнил(а) Баймысхан Айгана Талғатқызы Группа КСЭН-12-1
(Ф.И.О.)

Научный руководитель доцент Толуик Е.В.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

Консультанты:

по экономической части:

Бекмолда А.Ч., к.т.н., доцент
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
(подпись) « 02 » 06 2016 г.

по безопасности жизнедеятельности:

Мазанов И.Ф., к.т.н., проф.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
(подпись) « 8 » 06 2016 г.

по применению вычислительной техники:

доцент, Толуик Е.В.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
(подпись) « 08 » 06 2016 г.

(ученая степень, звание, Ф.И.О.)
(подпись) « » 201 г.

Нормоконтролер: Шимарбаев М.К., к.т.н., профессор ВАК
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

(подпись) « 08 » 06 2016 г.

Рецензент: Илари Н.Т. к.т.н.
(ученая степень, звание, Ф.И.О.)

(подпись) « 10 » 06 2016 г.

Алматы 2016

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

Факультет Аэрокосмических и информационных технологий

Кафедра Система управления аэрокосмической техникой

Специальность 55074600 Космическая техника и технологии

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студенту Жайылман Мидана Маматамұлы
(Ф.И.О.)

Тема проекта Проектирование спутниковой системной сбора и передачи данных для компании «KEGOC»

Утверждена приказом по университету № 148 от «19» 10 2015 г.

Срок сдачи законченного проекта « 23 » 05 2016 г.

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

Компания «KEGOC» приняла:

2. Алматы (43,25 с.ш., 76,9 в.д.),

2. Астана (51,11 с.ш., 71,5 в.д.),

1. Сары-Агаш (44,25 с.ш., 80,31 в.д.)

Всего электропередач протяженностью более 16 000 км, около 50 подстанций

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

Описание сети компании KEGOC

Анализ использования системы SCADA в диспетчерском управлении ЕЭС РК

Выбор системы передачи телеметрической информации

Описание системы передачи данных с использованием GLOBALSTAR

Описание системы передачи данных с использованием

востановочный НСЗ KazSat-2
 Определение требований к чувствительности приемника
 Технико-экономическое обоснование проектирования системы связи
 Анализ системы обеспечения рабочего места

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Структурная схема оперативно-диспетчерского управления
 ЕСЗ Казахстана
 Структура интегрированной спутниковой и наземной
 сети АСУАП
 Схема организации системы передачи данных
 Внешний вид НСЗ GLOBALSTAR
 Структура покрытия земной поверхности многолучевой
 антенной КА GLOBALSTAR
 Внешний вид НСЗ KazSat-2
 Общий план производственного здания

Основная рекомендуемая литература:

Журнал "Технологии и средства связи" №1, 2014
 Технологии развития спутниковой связи на основе
 востановочных спутников
 Слесарь В.И. Цифровые антенные решетки в
 мобильных спутниковой связи // Первая книга - 2008,
 №4, С. 10-15.
 Власов В.В. Глобальные навигационные спутниковые
 системы. - М.: Вузовский, 2010.

Консультации по проекту с указанием относящихся к ним разделов
 проекта

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БМД	Мазалов И.Р.	11.03.06	И.Р. Мазалов
Нормоконтроль	Шимурдаев Н.Р.	08.06.16	Н.Р. Шимурдаев
Экспертная часть	Бекмурзаев А.И.	02.06.16	А.И. Бекмурзаев
Спец. часть	Жаппиев Э.В.	08.06.16	Э.В. Жаппиев

График
подготовки дипломного проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Описание сети компании КЕВОО	4.03.2016	
Анализ использования системы SCADA в диспетчерском управлении	11.03.2016	
ЕЭС РК		
Выбор системы передачи телеметрической информации	14.03.2016	
Описание системы передачи данных с использованием GLOBALSTAR	17.03.2016	
Описание системы передачи данных с использованием протокола GPRS	21.03.2016	
Описание системы передачи данных с использованием протокола KozSat-2		
Определение требований к чувствительности приемника	4.04.2016	
Описание системы GLOBALSTAR	8.04.2016	
Описание узловой станции	11.04.2016	
Расчет термических характеристик радиолинии	15.04.2016	
Технико-экономическое обоснование проектирования систем связи	05.05.2016	
Анализ системы обеспечения работы места	30.05.2016	
Анализ микроклимата	18.05.2016	
	02.05.2016	
	11.05.2016	

Дата выдачи задания «03» 11 2015 г.

Заведующий кафедрой СУАТ-507 (Н. Шиловердов) (подпись) (Ф.И.О.)

Научный руководитель проекта А.В. (А.В. Толуик) (подпись) (Ф.И.О.)

Задание принял к исполнению студент А.М. (А.М. Крайнов) (подпись) (Ф.И.О.)

Аннотация

Дипломный проект посвящен проектированию спутниковой системной сбора и передачи данных для компании «KEGOC». В дипломном проекте проводится анализ сети компании «KEGOC», и возможность применения удаленного контроля.

Выполнены расчет технических параметров аппаратуры, необходимой для организации системы использующей спутниковую систему передачи. По результатам расчетов выбрано оборудование.

В разделе безопасность жизнедеятельности приведены расчеты микроклимата и освещения.

Составленный бизнес-план проекта подтверждает экономическую эффективность предложенного решения.

Annotation

A diploma project is sanctified to planning by the satellite system collection and communication of data for a company "KEGOC". The analysis of network of company "KEGOC", and possibility of application of remote control, is conducted in a diploma project.

Executed calculation of technical parameters of apparatus necessary for organization of the system of using the satellite system transmission. On results calculations an equipment is chosen.

In a division safety of vital functions calculations over of microclimate and illumination are brought.

The made business plan of project confirms economic efficiency of an offer solution.

Андатпа

Дипломдық жоба «KEGOC» компаниясы үшін жиналатын және жіберілетін деректердің серіктік жүйесін жобалауға арналған. Дипломдық жобада "KEGOC" компаниясының желісін талдау және қолдану қашықтан бақылау мүмкіндігі жүргізіледі.

Есептеу техникалық параметрлерін аппаратура үшін қажетті ұйымдастыру жүйесін пайдаланатын жерсеріктік беру жүйесі орындалды. Есептеу нәтижелері бойынша құрал таңдалды.

Өмір тіршілік қауіпсіздігі бөлімінде келтірілген есептеулер микроклимат және жарықтандыру.

Жасалған жобаның бизнес жоспары экономикалық тиімділігін растайды.

Содержание

Введение	8
1 Анализ сети	9
1.1 Описание сети компании KEGOC	9
1.2 Использование система SCADA в диспетчерском управлении ЕЭС ПК	14
2 Организация системы передачи телеметрической информации	23
2.1 Сотовая связь	23
2.2 Низкоорбитальная связь	23
2.3 Геостационарная связь	26
2.4 Передача данных с использованием GlobalStar	28
2.5 Передача данных с использованием геостационарных ИСЗ KazSat-2	33
3 Расчетная часть	35
3.1 Определение требований к чувствительности приемника	35
3.1.1 Определение дальности между космическим аппаратом и приемной антенной ЗС	36
3.1.2 Расчет ослабления радиосигнала на участке КА-ЗС	38
3.2 Расчет энергетических характеристик радиолинии	40
4 Выбор модема и антенны удаленных станций	44
4.1 Описание модема GlobalStar	44
4.2 Описание удаленной станции	47
5 Экономика	49
5.1 Технико-экономическое обоснование проектирования систем связи	49
5.2 Компания и отрасль	50
5.3 Описание продукции	51
5.4 Стратегия маркетинга	51

5.5 Расчет капитальных затрат	52
5.6 Расчет текущих эксплуатационных затрат	53
5.7 Расчет экономической эффективности проекта	55
5.8 Вывод	57
6 Безопасность жизнедеятельности	57
6.1 Анализ условий труда	57
6.2 Анализ системы освещения рабочего места	60
6.2.1 Расчет естественного освещения	60
6.2.2 Расчет искусственного освещения	63
6.3 Анализ оборудования	64
6.4 Анализ микроклимата	64
6.5 Меры защиты от действия электромагнитных полей ВЧ и СВЧ и характеристика источников ЭМП в СССР	68
6.6 Расчёт безопасного расстояния с учётом норм длительного и кратковременного пребывания персонала под облучением	68
6.7 Выбор средств защиты	69
6.8 Организационные меры безопасности при работе с источниками ЭМП	70
Заключение	73
Список литературы	74

Введение

Быстрое развитие и широкое внедрение систем автоматизации технологических процессов в различных отраслях производства охватил и электроэнергетику. Для контроля и аварийного управления распределительными электрическими сетями в настоящее время активно используются системы дистанционного мониторинга.

Технологические сети создаются на базе оборудования и с использованием новых технологических решений, предназначенных для реализации специфических задач, которые связаны с удаленным автоматизированным автоматическим управлением и сбором данных, с учетом важных особенностей их функционирования и предъявляемых к ним высоким требованиям по надежности и оперативности. Поскольку реализовать все требования автоматических систем управления в энергетике с одинаковой степенью эффективности в рамках одного вида оборудования или одного, даже самого совершенного на сегодняшний день, технического решения невозможно, перед проектировщиком и пользователем системы всегда встает необходимость правильного выбора. Техническое решение выбирается с учетом реальных задач, решаемых создаваемой автоматизированной системой оперативно-диспетчерского управления. Также важно правильно выбрать систему связи, по которой данные будут передаваться с высокой достоверностью и защищенностью.

В данном дипломном проекте рассматривается вопрос создание системы передачи данных для компании «KEGOK», а именно для системы диспетчерского контроля и управления подстанциями линий электропередач на базе спутниковых систем связи и передачи данных.

1 Анализ сети

1.1 Описание сети компании KEGOC

Компания была создана в 1997 году на базе имущественного комплекса Национального холдинга «Казахстанэнерго» в результате девертикализации энергосистемы. В 90-е годы правительство страны приступило к реформированию рынка электроэнергетики, в результате которого электрогенерирующие станции (производство) были выведены в конкурентную среду, а функции распределения были переданы РЭК (региональным электросетевым компаниям) и энергоснабжающим организациям. Все распределительные и передающие компании в итоге были объединены в Национальную электрическую сеть (НЭС). НЭС является активом стратегического значения, который включает в себя линии электропередачи и подстанции (220кВ и выше) межрегионального и межгосударственного значения. Далее активы НЭС были переданы на баланс и под управление компании KEGOC, которая приступила к осуществлению комплексной и масштабной модернизации НЭС РК, которая сегодня исполняет роль системообразующей сети в ЕЭС РК (Единая Энергетическая Система) и обеспечивает электрические связи между регионами страны и энергосистемами сопредельных государств (России, Киргизии и Узбекистана), а так же выдачу электрической энергии электрическими станциями и ее передачу оптовым потребителям.

Акционерное общество «Казахстанская компания по управлению электрическими сетями» (Kazakhstan Electricity Grid Operating Company) «KEGOC» создано в соответствии с постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 сентября 1996 года № 1188 «О некоторых мерах по структурной перестройке управления энергетической системой Республики Казахстан».

Дата первичной государственной регистрации АО «KEGOC» — 11 июля 1997 г.

Адрес: Республика Казахстан, 010010, г. Астана, район Алматы, пр. Тәуелсіздік, 59.

Учредителем АО «KEGOC» является Правительство Республики Казахстан. В соответствии с постановлением Правительства Республики Казахстан «О мерах по реализации Указа Президента Республики Казахстан от 28 января 2006 года № 50» от 23 февраля 2006 года № 117 государственный пакет акций АО «KEGOC» передан в оплату размещаемых акций АО «Казахстанский холдинг по управлению государственными активами «Самрук».

KEGOC СЕГОДНЯ: KEGOC, будучи Системным оператором ЕЭС РК, осуществляет следующие виды деятельности:

- передача электроэнергии по НЭС, обеспечение технического обслуживания НЭС и поддержание в эксплуатационной готовности;
- обеспечение надежности работы ЕЭС РК;
- техническая диспетчеризация, централизованное оперативно-диспетчерское управление режимами работы ЕЭС РК, включая составление фактических балансов и формирование суточного графика производства-потребления электроэнергии;
- организация функционирования балансирующего рынка электроэнергии в режиме реального времени и рынка системных и вспомогательных услуг;
- регулирование и резервирование электрической мощности, организация балансирования производства-потребления электроэнергии;
- физическое и финансовое урегулирование дисбалансов электрической энергии;
- взаимодействие с энергосистемами сопредельных государств по управлению и обеспечению устойчивости режимов параллельной работы;
- техническое и методическое руководство по созданию единой информационной системы, автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии, сопряженных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики;
- приобретение вспомогательных услуг для обеспечения готовности необходимых объемов и структуры оперативных резервов электрической мощности, регулирования активной и реактивной мощностей, по запуску энергосистемы из обесточенного состояния;
- обеспечение равных условий для доступа к НЭС;
- обеспечение участников оптового рынка электроэнергии РК информацией, не затрагивающей сведения, составляющие Источник: данные Компании Север (млн. кВт/ч) потребление 60 786 генерация 71 916 баланс 11 130 8 739 млн. Юг (млн. кВт/ч) потребление 18 623 генерация 9 915 баланс -8 708 31 млн. Запад (млн. кВт/ч) потребление 10 232 генерация 10 141 баланс -91 Страны Центральной Азии 91 млн. Россия 2 392 млн. коммерческую и иную охраняемую законом тайну;
- согласование вывода в ремонт основного оборудования электростанций, подстанций, линий электропередачи, устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, систем технологического управления и обеспечения их готовности к работе;
- участие в разработке режимов работы гидроэлектростанций с учетом их водно-хозяйственных балансов и режимов работы ЕЭС РК;
- разработка долгосрочного прогнозирования балансов электрической энергии;
- осуществление купли-продажи электроэнергии на технологические и производственные нужды, для обеспечения договорных величин перетоков с энергосистемами сопредельных государств, а также при возникновении

дисбаланса, не покрываемого балансирующим рынком электроэнергии в целях поддержания нормативной частоты электрического тока в ЕЭС РК;

- согласование проектирования и строительства дублирующих (шунтирующих) линий электропередачи и подстанций. для субъектов оптового рынка электрической энергии.

Миссия Компании

Миссия Компании – обеспечение надежного функционирования и эффективного развития ЕЭС Казахстана в соответствии с современными техническими, экономическими, экологическими требованиями, стандартами профессиональной безопасности и охраны здоровья.

Видение – В 2025 году АО «KEGOC» станет Компанией мирового уровня и центром компетенций в электроэнергетической отрасли в региональном масштабе.

Общество, являясь Системным оператором единой электроэнергетической системы Республики Казахстан, осуществляет следующие виды деятельности:

1. оказание услуг по передаче электрической энергии по национальной электрической сети, обеспечение её технического обслуживания и поддержание в эксплуатационной готовности;

2. оказание услуг по технической диспетчеризации, централизованное оперативно-диспетчерское управление режимами работы единой электроэнергетической системы Республики Казахстан, включая составление фактических балансов и формирование суточного графика производства-потребления электрической энергии;

3. обеспечение надежности работы единой электроэнергетической системы (ЕЭС) Республики Казахстан;

4. оказание услуг по регулированию и резервированию электрической мощности, организации балансирования производства-потребления электрической энергии;

5. оказание услуг по физическому урегулированию дисбалансов электрической энергии;

6. осуществление последующего финансового урегулирования дисбалансов электрической энергии в порядке, установленном законодательством Республики Казахстан;

7. приобретение вспомогательных услуг для обеспечения готовности необходимых объемов и структуры оперативных резервов электрической мощности, регулирования активной и реактивной мощностей, по запуску энергосистемы из обесточенного состояния;

8. осуществление организации функционирования балансирующего рынка электрической энергии в режиме реального времени и рынка системных и вспомогательных услуг;

9. взаимодействие с энергосистемами сопредельных государств по управлению и обеспечению устойчивости режимов параллельной работы;

10. осуществление технического и методического руководства по созданию единой информационной системы, автоматизированной системы коммерческого учета электрической энергии, сопряженных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

11. обеспечение равных условий для доступа к национальной электрической сети;

12. обеспечение участников оптового рынка электрической энергии Республики Казахстан информацией, не затрагивающей сведения, составляющие коммерческую и иную охраняемую законом тайну;

13. согласование вывода в ремонт основного оборудования электростанций, подстанций, линий электропередачи, устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики, систем технологического управления и обеспечения их готовности к работе;

14. участие в разработке режимов работы гидроэлектростанций с учетом их водно-хозяйственных балансов и режимов работы единой электроэнергетической системы Республики Казахстан;

15. осуществление разработки долгосрочного прогнозирования балансов электрической энергии;

16. осуществление купли-продажи электрической энергии на технологические и производственные нужды, для обеспечения договорных величин перетоков с энергосистемами сопредельных государств, а также при возникновении дисбаланса, не покрываемого балансирующим рынком электрической энергии в целях поддержания нормативной частоты электрического тока в единой электроэнергетической системе Республики Казахстан;

17. согласование проектирования и строительства дублирующих (шунтирующих) линий электропередачи и подстанций, для субъектов оптового рынка электрической энергии.

Услуги, оказываемые Компанией, относятся к сфере естественной монополии. В соответствии с действующим законодательством Компания включена в Государственный регистр субъектов естественной монополии.

Филиалы

В состав компании входят 9 филиалов межсистемных электрических сетей, сформированных по территориальному принципу.

Филиал АО «KEGOC» «Акмолинские межсистемные электрические сети» образован в сентябре 1997 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 10-1150 кВ общей протяженностью 4230,874 км (по цепям), а также 10 подстанций напряжением 220-1150 кВ, суммарной мощностью 8196,6 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Актюбинские межсистемные электрические сети» образован в октябре 1997 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 10-500 кВ общей протяженностью 967,39 км (по цепям), а

также 7 подстанций напряжением 220-500 кВ, суммарной мощностью 2425,5 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Алматинские межсистемные электрические сети» образован в октябре 1997 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 0,4-500 кВ общей протяженностью 3220,516 км (по цепям), а также 11 подстанций напряжением 35-500 кВ, суммарной мощностью 4229,35 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Восточные межсистемные электрические сети» образован в январе 1998 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 0,4-500 кВ общей протяженностью 1045,06 км (по цепям), а также 5 подстанций напряжением 220-500 кВ, суммарной мощностью 3026,5 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Западные межсистемные электрические сети» образован в июле 1998 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 6-220 кВ общей протяженностью 1681,5 км (по цепям), а также 5 подстанций напряжением 220 кВ, суммарной мощностью 950 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Сарбайские межсистемные электрические сети» образован в декабре 1997 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 6-1150 кВ общей протяженностью 2443,525 км (по цепям), а также 8 подстанций напряжением 220-1150 кВ, суммарной мощностью 6813,6 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Северные межсистемные электрические сети» образован в январе 1998 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 0,4-1150 кВ общей протяженностью 3377,831 км (по цепям), а также 8 подстанций напряжением 110-1150 кВ, суммарной мощностью 3520,6 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Центральные межсистемные электрические сети» образован в октябре 1997 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 10-500 кВ общей протяженностью 3482,19 км (по цепям), а также 10 подстанций напряжением 220-500 кВ, суммарной мощностью 3733,1 МВА.

Филиал АО «KEGOC» «Южные межсистемные электрические сети» образован в феврале 2001 года.

В имущественный комплекс филиала входят воздушные линии электропередачи 220-500 кВ общей протяженностью 4201,303 км (по цепям), а также 13 подстанций напряжением 220-500 кВ, суммарной мощностью 3459,8 МВА.

Компания имеет представительство в г. Алматы.

1.2 Использование система SCADA в диспетчерском управлении ЕЭС РК

В соответствии с реализацией проекта модернизации Национальной Электрической Сети, сдана в эксплуатацию система SCADA/EMS

Был осуществлен переход с аналоговых систем связи на цифровые системы связи в рамках проекта «Модернизация НЭС, I этап» (АТС, РРЛ, ВЧ связь)

Централизованное диспетчерское управление ЕЭС РК осуществляется филиалом АО «KEGOC» — «Национальный диспетчерский центр Системного оператора — НДЦ СО». Центральное оперативно-диспетчерское управление в ЕЭС РК организовано по схеме прямого оперативного подчинения НДЦ СО девяти региональных диспетчерских центров (РДЦ), являющихся структурными подразделениями филиалов АО «KEGOC» «Межсистемные электрические сети».

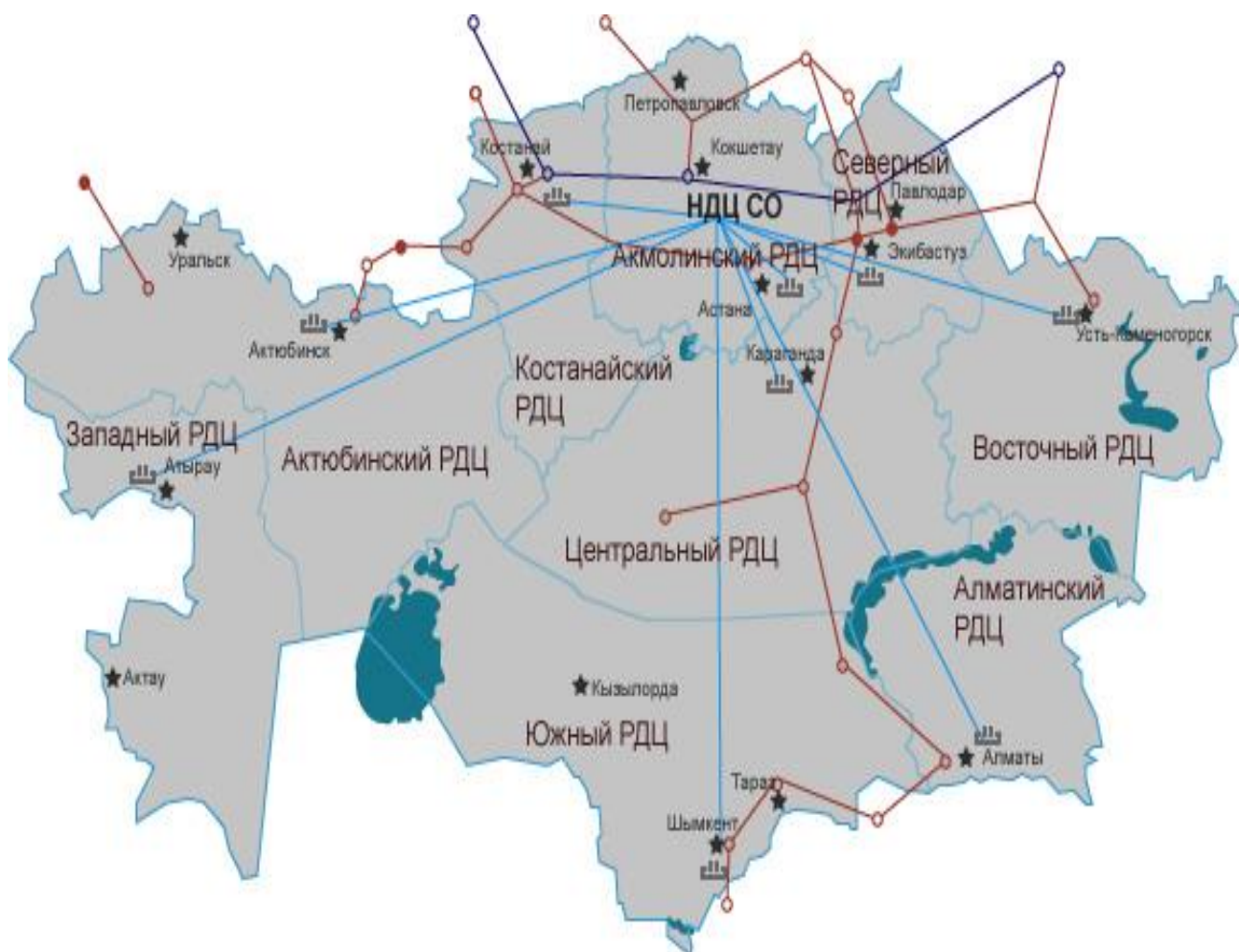


Рисунок 1 – Структурная схема оперативно-диспетчерского управления ЕЭС Казахстана

Диспетчерская служба

Задачи:

- осуществление круглосуточного оперативно — диспетчерского управления Единой электроэнергетической системой Казахстана;
- реализация суточных графиков работы субъектов оптового рынка электроэнергии;
- осуществление физического урегулирования дисбалансов электрической энергии в ЕЭС РК между фактическими и договорными значениями производства и потребления электрической энергии субъектами ОРЭ;
- обеспечение предотвращения, локализации и ликвидации технологических нарушений в ЕЭС РК;
- обеспечение качества электроэнергии в соответствии с требованиями нормативов;
- оперативное управление резервами мощности в ЕЭС РК;
- поддержание надежной схемы ЕЭС, контроль за оперативной схемой линий и энергообъектов, находящихся в управлении или ведении диспетчера НДЦ СО;
- реализация заявок по выводу в ремонт и вводу в работу оборудования и ВЛ;
- обеспечение постоянного улучшения результативности процессов ИСМ в рамках деятельности Службы.
- Функции:
 - осуществляет непрерывное управление ЕЭС РК круглосуточной работой оперативно-диспетчерского персонала на диспетчерском пункте НДЦ СО;
 - разрабатывает инструктивный материал для обеспечения выполнения задач службы;
 - ежедневно проводит анализ работы ЕЭС за прошедшие сутки;
 - проводит противоаварийные тренировки в соответствии с руководящими указаниями;
 - разрабатывает или согласовывает формы диспетчерской документации;
 - контролирует соответствие оперативных схем подстанций и сетей;
 - участвует в разработке оперативных диспетчерских задач;
 - производит сбор оперативных сведений по аварийным нарушениям и участвует в расследовании крупных аварий и в разработке противоаварийных мероприятий по ним;
 - участвует в рассмотрении заявок на вывод в ремонт и ввод в работу оборудования с последующей их реализацией;
 - ежедневно составляет отчетную документацию о состоянии дел в ЕЭС РК за истекшие сутки;

– в установленном порядке принимает необходимые меры к субъектам ОРЭ, не выполняющим договорные обязательства.

Сектор передачи электроэнергии

Электрические сети Республики Казахстан представляют собой совокупность подстанций, распределительных устройств и соединяющих их линий электропередачи, напряжением 0,4-1150 кВ, предназначенных для передачи и (или) распределения электрической энергии.

Роль системообразующей сети в ЕЭС Республики Казахстан выполняет национальная электрическая сеть (НЭС), которая обеспечивает электрические связи между регионами республики и энергосистемами сопредельных государств (Российской Федерации, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан), а так же выдачу электрической энергии электрическими станциями и ее передачу оптовым потребителям. Подстанции, распределительные устройства, межрегиональные и(или) межгосударственные линий электропередачи и линии электропередачи, осуществляющие выдачу электрической энергии электрических станций, напряжением 220 кВ и выше, входящие в состав НЭС находятся на балансе Казахстанской компании по управлению электрическими сетями АО «KEGOC».

Электрические сети регионального уровня обеспечивают электрические связи внутри регионов, а так же передачу электрической энергии розничным потребителям. Электрические сети регионального уровня находятся на балансе и эксплуатации региональных электросетевых компаний (РЭК).

Энергопередающие организации (ЭПО) осуществляют на основе договоров передачу электрической энергии через собственные или используемые (аренда, лизинг, доверительное управление и иные виды пользования) электрические сети потребителям оптового и розничного рынка или энергоснабжающим организациям.

Системы автоматического контроля и сбора информации (SCADA)

- Основные задачи, решаемые SCADA-системами
- Основные компоненты SCADA
- Концепции систем
- Некоторые распространенные SCADA
- WebSCADA
- Уязвимость
- SCADA-продукты на рынке ЕАЭС
- OPC-интерфейсы автоматизации произв. проц.

SCADA (supervisory control and data acquisition, диспетчерское управление и сбор данных) - программный пакет, предназначенный для разработки или обеспечения работы в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. SCADA может являться частью АСУ ТП,

АСКУЭ, системы экологического мониторинга, научного эксперимента, автоматизации здания и т. д. SCADA-системы используются во всех отраслях хозяйства, где требуется обеспечивать автоматическое управление технологическими процессами в режиме реального времени. Данное программное обеспечение устанавливается на компьютеры и, для связи с объектом, использует драйверы ввода-вывода или OPC / DDE-серверы. Программный код может быть как написан на языке программирования (например на C++), так и сгенерирован в среде автоматизированного проектирования.

Иногда SCADA-системы комплектуются дополнительным ПО для программирования промышленных контроллеров. Такие SCADA-системы называются интегрированными и к ним добавляют термин SoftLogic.

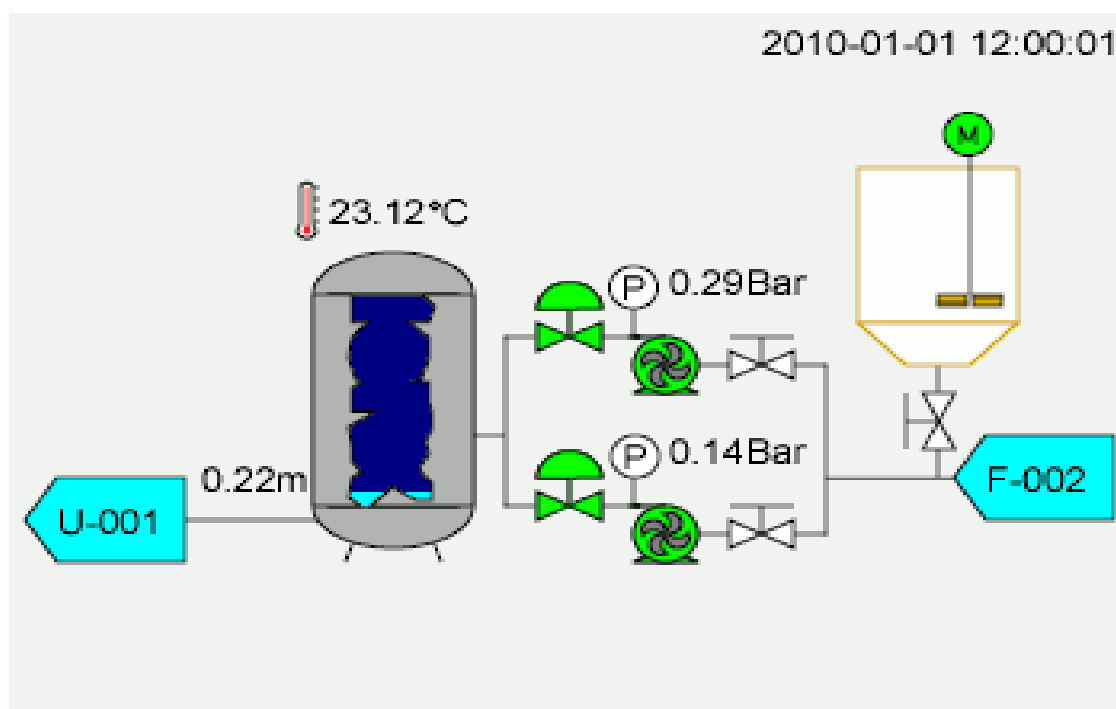


Рисунок 1.2 – SCADA-системы

Термин “SCADA” имеет двоякое толкование. Наиболее широко распространено понимание SCADA как приложения, то есть программного комплекса, обеспечивающего выполнение указанных функций, а также инструментальных средств для разработки этого программного обеспечения. Однако, часто под SCADA-системой подразумевают программно-аппаратный комплекс. Подобное понимание термина SCADA более характерно для раздела телеметрии.

Значение термина SCADA претерпело изменения вместе с развитием технологий автоматизации и управления технологическими процессами. В

80-е годы под SCADA-системами чаще понимали программно-аппаратные комплексы сбора данных реального времени. С 90-х годов в связи с тем, что всё большая часть функций автоматического управления решается не аппаратными, а программными средствами, термин SCADA больше используется для обозначения только программной части человеко-машинного интерфейса АСУ ТП.

Основные задачи, решаемые SCADA-системами

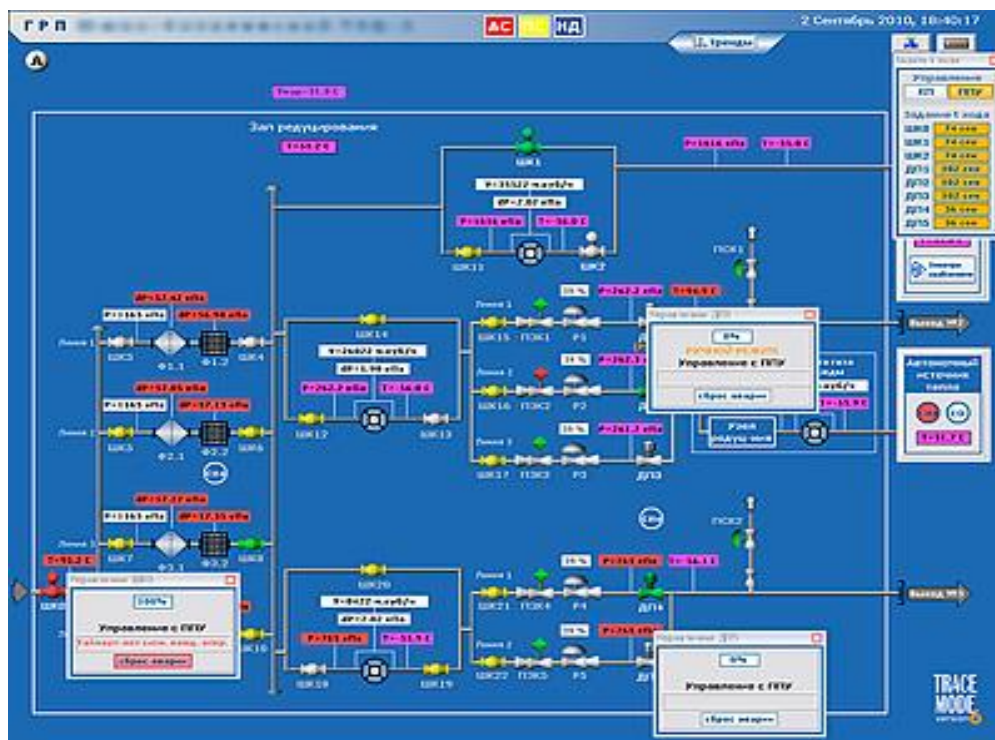


Рисунок 1.3 – Операторский интерфейс, разработанный в SCADA

SCADA-системы решают следующие задачи:

Обмен данными с “устройствами связи с объектом”, (то есть с промышленными контроллерами и платами ввода/вывода) в реальном времени через драйверы.

Обработка информации в реальном времени.

Логическое управление.

Отображение информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме.

Ведение базы данных реального времени с технологической информацией.

Аварийная сигнализация и управление тревожными сообщениями.

Подготовка и генерирование отчетов о ходе технологического процесса.

Осуществление сетевого взаимодействия между SCADA-станциями (компьютерами).

Обеспечение связи с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы, текстовые процессоры и т. д.). В системе управления предприятием такими приложениями чаще всего являются приложения, относимые к уровню MES.

SCADA-системы позволяют разрабатывать АСУ ТП в клиент-серверной или в распределённой архитектуре.

Основные компоненты SCADA

SCADA—система обычно содержит следующие подсистемы:

Драйверы или серверы ввода-вывода — программы, обеспечивающие связь SCADA с промышленными контроллерами, счётчиками, АЦП и другими устройствами ввода-вывода информации.

Система реального времени — программа, обеспечивающая обработку данных в пределах заданного временного цикла с учетом приоритетов.

Человеко-машинный интерфейс (HMI, англ. Human Machine Interface — инструмент, который представляет данные о ходе процесса человеку оператору, что позволяет оператору контролировать процесс и управлять им. Программа-редактор для разработки человеко-машинного интерфейса.

Система логического управления — программа, обеспечивающая исполнение пользовательских программ (скриптов) логического управления в SCADA-системе. Набор редакторов для их разработки.

База данных реального времени — программа, обеспечивающая сохранение истории процесса в режиме реального времени.

Система управления тревогами — программа, обеспечивающая автоматический контроль технологических событий, отнесение их к категории нормальных, предупреждающих или аварийных, а также обработку событий оператором или компьютером.

Генератор отчетов — программа, обеспечивающая создание пользовательских отчетов о технологических событиях. Набор редакторов для их разработки.

Внешние интерфейсы — стандартные интерфейсы обмена данными между SCADA и другими приложениями. Обычно OPC, DDE, ODBC, DLL и т. д.

Концепции систем

Термин SCADA обычно относится к централизованным системам контроля и управления всей системой, или комплексами систем, осуществляемого с участием человека. Большинство управляющих воздействий выполняется автоматически RTU или ПЛК. Непосредственное управление процессом обычно обеспечивается RTU или PLC, а SCADA управляет режимами работы. Например, PLC может управлять потоком охлаждающей воды внутри части производственного процесса, а SCADA система может позволить операторам изменять уста для потока, менять маршруты движения жидкости, заполнять те или иные ёмкости, а также

следить за тревожными сообщениями (алармами), такими как — потеря потока и высокая температура, которые должны быть отображены, записаны, и на которые оператор должен своевременно реагировать. Цикл управления с обратной связью проходит через RTU или ПЛК, в то время как SCADA система контролирует полное выполнение цикла.

Сбор данных начинается в RTU или на уровне PLC и включает показания измерительного прибора. Далее данные собираются и форматируются таким способом, чтобы оператор диспетчерской, используя НМИ мог принять контролирующие решения — корректировать или прервать стандартное управление средствами RTU/ПЛК. Данные могут также быть записаны в архив для построения трендов и другой аналитической обработки накопленных данных.

Некоторые распространенные SCADA

На мировом рынке представлено более 50 продуктов, которые можно отнести к SCADA-системам, продукты различаются:

- по требуемой операционной системе, наиболее распространена Windows (Linux, Mac OS встречаются намного реже для данного продукта);

- по количеству поддерживаемого оборудования, протоколов (почти все SCADA поддерживают Modbus, LonWorks, BACnet, OPC, DDE, реже протоколы специфического оборудования, со своим нестандартным протоколом типа счётчика электрической энергии Меркурий 230ART, климатического контроллера Danfoss ECL-300, приборы фирмы Овен и т. п.);

- по цене, по соотношению цена/качество, в общем случае на рынке представлены как полностью бесплатные SCADA, недорогие SCADA с ценой лицензии на 60 тегов от \$100 (DATARate), так и SCADA ценой порядка \$100 тыс., при максимальной комплектации — при количестве тегов более 5000, нескольких АРМ диспетчера (WinCC, InTouch, Citect);

- частный случай условно-бесплатные SCADA, с ограничением по времени работы без перезапуска (обычно 1 час), или по количеству тегов (обычно 8-50), или по количеству одновременно поддерживаемых протоколов (обычно 1);

- по наличию и типу ключа аппаратной защиты (программный ключ файл, аппаратный USB- или LPT-ключ, программная “привязка” к оборудованию), среди прочих факторов ключ платной SCADA в любом случае замедляет первоначальное развертывание и замену вышедшего из строя сервера;

- по наличию прочих функций (поддержка резервирования, генераторы отчетов, удаленный доступ, веб-интерфейс и т. п.).

Полностью бесплатные SCADA: OpenSCADA, Rapid SCADA, FreeSCADA, scada-ГИНЭС, Inductive Automation Ignition.

Условно-бесплатные SCADA, достаточные для автоматизации малого технологического процесса и изучения без покупки лицензии, возможность работы в течение неограниченного времени:

Simp Light Free — ограничение 8 тегов;

MasterSCADA — ограничения 32 тега для MasterSCADA RT32 без дополнительных возможностей или 1 час полнофункциональной работы для MasterSCADA Demo;

IGSS — ограничение 50 объектов (ориентировочно 150 тегов) и выбор одного протокола передачи данных (IGSS FREE50), по другому типу лицензии ограничено время работы без перезапуска на 1 час и 1000 объектов (DEMO Mode);

Контар АРМ — поддерживает только с контроллеры производства ОАО “МЗТА”;

IntegraXor свободна для 128 Modbus I/O;

Каскад. Демо-версия имеет ограничение на 32 физических канала ввода/вывода и 2 часа непрерывной работы, включает себя полную справочную систему, SQL-сервер Firebird 2.5, WEB-модуль (реализация WebSCADA) и ряд проектов, демонстрирующих возможности системы. SCADA интегрирована с SoftLogic-системой KLogic, и, как следствие, реализована сквозная технология программирования алгоритмов контроллеров и рабочих станций. При покупке лицензии время работы не ограничивается, лицензия выдается по числу каналов или устройств сервера доступа к данным и наличию дополнительных клиентских модулей;

Vijeo Citect - позволяет создать и отладить полноценный проект без приобретения лицензий, при отсутствии лицензий включается демо-режим, в котором проект запускается на ограниченное время, после истечения этого времени проект необходимо перезапустить. Лицензируется только среда исполнения (Runtime), среда разработки распространяется свободно. В комплекте идет стандартный набор драйверов для подключения к контроллерам и RTU разных производителей. Всего насчитывается более 100 типов устройств, без учета поддержки стандартных протоколов, таких как OPC, Modbus и т.д. В отсутствии контроллера или контроллеров проект можно разрабатывать и отлаживать благодаря эмуляции точек ввода-вывода конфигурируемых под конкретный контроллер.

Прочие SCADA: Simatic WinCC, Intouch Wonderware, Trace mode, Genesis, SCADA Infinity, PcVue Solutions, RSView, ClearSCADA, DATARate, Контур, Круг-2000, ZenOn, Winlog, iFix, InduSoft Web Studio SCADA, Wizcon, Vijeo Citect, Статус-4, Каскад, Энтекс, Sitex, Elipse E3, Elvis, Realflex RealWin SCADA, Broadwin (Advantech) WebAccess, General Electric Proficy Simplicity, WellinTech SCADA, Factory Link (с 2012 года не поддерживается разработчиком), Monitor Pro (базировавшись на Factory Link, рекомендована замена на Vijeo Citect), Vijeo Look (рекомендована замена на Vijeo Citect).

WebSCADA

Под термином WebSCADA, как правило, понимается реализация человеко-машинного интерфейса (HMI) SCADA-систем на основе web-технологий.

Это позволяет осуществлять контроль и управление SCADA-системой через стандартный браузер, выступающего в этом случае в роли тонкого клиента.

Архитектура таких систем включает в себя WebSCADA-сервер и клиентские терминалы — ПК, КПК или мобильные телефоны с Web-браузером. Подключение клиентов к WebSCADA-серверу через Internet/Intranet позволяет им взаимодействовать с прикладной задачей автоматизации как с простой web или WAP-страницей. Однако на данном этапе развития WebSCADA ещё не достигло уровня широкого промышленного внедрения, так как существуют сложности с защитой передаваемой информации. Кроме этого, реализация функций управления через незащищенные каналы связи противоречит соображениям безопасности любого промышленного объекта. В связи с этим, в большинстве случаев Web-интерфейсы используются в качестве удаленных клиентов для контроля и сбора данных.

Уязвимость

SCADA-системы могут быть уязвимы для хакерских атак, так, в 2010 году с использованием вируса Stuxnet была осуществлена атака на центрифуги для обогащения урана в Иране. Таким образом, для защиты информационных комплексов, содержащих SCADA-системы, требуется соблюдение общих требований информационной безопасности.

2 Организация системы передачи телеметрической информации

Связь с диспетчером возможна несколькими путями. Используются сотовые системы, спутниковые системы передачи или радиорелейные системы.

2.1 Сотовая связь

Осуществляется с помощью GPRS, используя мобильный интернет систем GSM. Сотовая связь - радиосвязь между абонентами, местоположение которых может меняться, в основе которого лежит сотовая сеть. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид сот с шестиугольными ячейками (сотами). Сеть составляют разнесённые в пространстве приёмопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного

приёмопередатчика в зону действия другого. В основе сотовой связи лежит GSM стандарт. GSM (от названия Groupe Spécial Mobile, позже переименован в Global System for Mobile Communications) (русс. СПС-900) - глобальный цифровой стандарт для мобильной сотовой связи, с разделением частотного канала по принципу TDMA и средней степенью безопасности.

GPRS (англ. General Packet Radio Service - «пакетная радиосвязь общего пользования») - надстройка над технологией мобильной связи GSM, осуществляющая пакетную передачу данных. GPRS позволяет пользователю сети сотовой связи производить обмен данными с другими устройствами в сети GSM и с внешними сетями, в том числе Интернет.

2.2 Низкоорбитальная связь

Высота низкоорбитальных КА находится в пределах 700-2500 км. Низкоорбитальные системы отличаются возможностью использования сравнительно недорогих малогабаритных спутниковых терминалов и позволяют обеспечить бесперебойную связь с терминалами, размещенными в любой точке Земли, но особенно эффективны при организации связи в регионах со слабо развитой инфраструктурой. Спутник в системе низкоорбитальной связи находится на высоте около 2000 км и движется со скоростью около 7 км/с. Время в течение, которого его можно наблюдать из некоторой точки поверхности Земли (время видимости), не превышает 24 мин. После этого спутник «уходит» за линию горизонта. Для поддержания непрерывной связи (например, при телефонном разговоре) необходимо, чтобы в тот момент, когда первый спутник покидает зону обслуживания, его заменял следующий и так далее. Это похоже на сотовую телефонную связь, где роль базовых станций выполняют спутники. Для обеспечения связью абонентов не только в зоне видимости одного КА, но и на всей территории Земли соседние спутники должны связываться между собой, передавая друг другу информацию.

Ввод в строй АСУТП, обеспечивающей контроль параметров прокачки электроэнергии, – необходимое условие начала эксплуатации трубопровода. Однако в сложных природных и климатических условиях Сахалина типовые решения не всегда применимы. В частности, в труднодоступных районах использование геостационарных спутниковых терминалов невозможно из-за блокировки прямой видимости спутника в горах, а на морских нефтяных платформах их приходится оснащать сложными гиростабилизированными платформами, что требует немалых дополнительных затрат. Небольшие модемы Globalstar со всенаправленной антенной оказались более эффективными еще и потому, что их установка не требовала никаких дополнительных разрешений. Даже низкая скорость передачи данных (около 8 кбит/с) не стала помехой – объем технологической информации от точки контроля не превышает сотню-другую байтов. Развернутая спутниковая инфраструктура базируется на стандартном

оборудовании: контроллерах Yokogawa (RTU), спутниковых модемах Globalstar GSP1620x1C и маршрутизаторах Cisco Systems (см. рисунок). Централизованная иерархическая сетевая архитектура построена по модульному принципу; общий контроль и управление возложены на центральную серверную платформу.

Удаленные контроллеры RTU, считывающие данные с датчиков давления, температуры, расхода, утечки топлива и управляющие задвижками, насосами и другими механизмами на контролируемых элементах трубопровода, связаны с маршрутизаторами Cisco локальными каналами Ethernet, а маршрутизаторы (интерфейс RS-232) – со спутниковыми модемами, поддерживающими набор стандартных Hayes AT-команд. Распределенная сеть АСУТП организована как частная локальная сеть, и все спутниковые модемы образуют закрытую группу пакетной передачи данных (ЗГ ППД).

В отличие от обычной ППД, в закрытом режиме при передаче информации между точками IP-сети происходит автоматическое установление (или восстановление) соединения через 1–2 с после поступления первого байта на передачу или прием в спутниковый модем. По окончании приема/передачи по радиоканалу (через 10 с или по AT-команде) модем автоматически отключается. Однако само IP-соединение не разрывается, и сервер продолжает «видеть» все удаленные сетевые элементы как подключенные к сети. Кроме того, в проекте предусмотрена дополнительная синхронизация времени (обеспечивается за счет считывания удаленными контроллерами единого координированного времени – UTC). Трафик данных закрытой группы циркулирует только между входящими в нее модемами с фиксированными IP-адресами, выход в Интернет и другие сети заблокирован.

Основной канал связи между центральным сервером и удаленными точками контроля организован по технологии VPN с регулируемой полосой пропускания 128–512 кбит/с (полоса будет наращиваться по мере увеличения точек контроля и ввода АСУТП в полную эксплуатацию). Резервный канал связи с удаленными точками контроля организован также с помощью спутниковых модемов, установленных на центральной серверной платформе.

Точка приземления спутникового радиоканала – на станции сопряжения в Хабаровске, далее информация передается по основному оптоволоконному широкополосному VPN-каналу до сервера системы. В аварийных ситуациях, при недоступности VPN-канала, пакеты направляются на резервный спутниковый канал, подключенный через модем к серверу (второй скачок).

Реальная скорость обмена по спутниковому каналу между удаленными контроллерами и центральным сервером – около 8 кбит/с, но этого достаточно для обеспечения оперативной передачи данных с датчиков и другой информации. Полнодуплексный спутниковый канал позволяет

одновременно с приемом данных от удаленных контроллеров передавать управляющие команды, а также конфигурационные параметры на удаленные точки. Задержки распространения тестовых пакетов PING между сервером и удаленным контроллером составили 400–600 мс.

Испытания подтвердили, что широкополосный VPN-канал между маршрутизатором наземной станции сопряжения Globalstar и центральным сервером обеспечивает оперативную передачу информации от одновременного опроса до 120–150 удаленных контроллеров, а скорость информационного обмена в спутниковом канале «контроллер–модем» удовлетворяет требованиям по быстродействию и реактивности АСУТП.

Весь технологический автотранспорт компании, наряду с оборудованием для АСУТП, оснащен автокомплектами GCK1410 с бортовыми контроллерами мониторинга, имеющими GPS-приемники для оперативной связи водителей. На удаленных объектах трубопровода установлены стационарные терминалы GSP2800, обеспечивающие как телефонную связь с Большой землей, так и передачу данных.

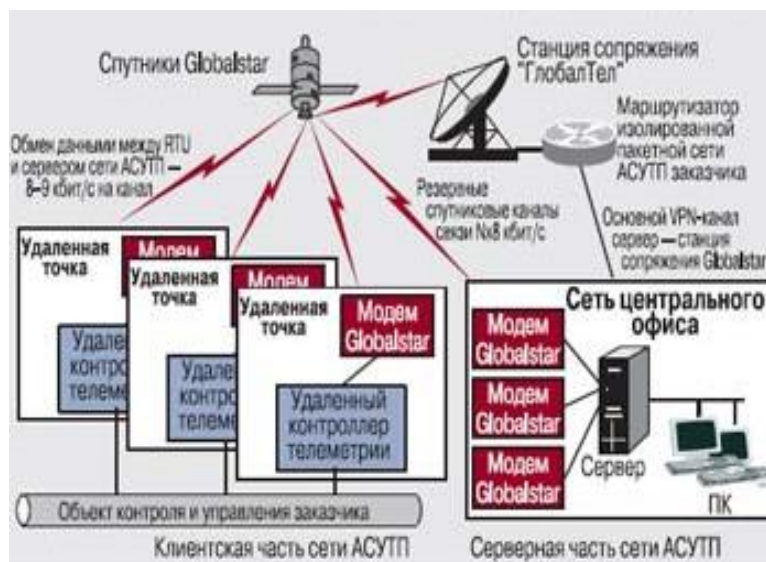


Рисунок 2.1 – Структура интегрированной спутниковой и наземной сети АСУТП

2.3 Геостационарная связь

Для создания постоянных каналов телекоммуникаций служат геостационарные спутники, висящие над экватором на высоте около 36 000 км. Теоретически три таких спутника могли бы обеспечить связью практически всю обитаемую поверхность Земли.

Реально геостационарная орбита переполнена спутниками различного назначения и национальной принадлежности. Обычно спутники помечаются географической долготой мест, над которыми они располагаются. На практике геостационарный спутник визуально не стоит на месте, а выполняет

движение по видимой траектории, имеющей вид «восьмерки». Угловой размер этой восьмерки должен укладываться в рабочую апертуру антенны, в противном случае антенна должна иметь сервопривод, обеспечивающий автоматическое слежение за спутником. Из-за энергетических проблем телекоммуникационный спутник не может обеспечить высокого уровня сигнала. По этой причине наземная антенна должна иметь большой диаметр, а приемное оборудование - низкий уровень шума.

Функции серверного центра может выполнять как обычный компьютер с установленным программным обеспечением для простых систем мониторинга, так и распределённая серверная система с использованием нескольких серверов, выполняющих разные задачи, способная вести одновременный мониторинг десятков тысяч автомобилей и обеспечивать подключение к серверному центру нескольких тысяч пользователей (диспетчеров) одновременно.

Программное обеспечение для спутникового мониторинга обычно имеет ряд интерфейсов. Вход пользователей в систему мониторинга чаще всего защищён паролем для предотвращения несанкционированного доступа к информации. В системах существует определённая иерархическая структура, при которой администратор системы мониторинга управляет правами доступа различных пользователей к различным объектам мониторинга и различным функциям программы.

Самые распространённые функции, которые присутствуют в большинстве систем спутникового мониторинга:

- подключение и настройка трекеров в системе;
- подключение и настройка датчиков в системе;
- мониторинг текущего положения транспорта на карте;
- мониторинг состояния приборов и датчиков транспортного средства;
- просмотр маршрута перемещения и пробега автомобиля за выбранный интервал времени;
- создание точек интереса и геозон на карте;
- настройка уведомлений, посылаемых системой, когда происходят определённые события (превышение скорости, слив топлива и др.);
- настройка шаблонов отчётов, выполнение отчётов;
- построение графиков на основании данных системы;
- управление объектами мониторинга через SMS команды или CSD соединение;
- создание маршрутов и путевых точек, контроль соблюдения маршрута.

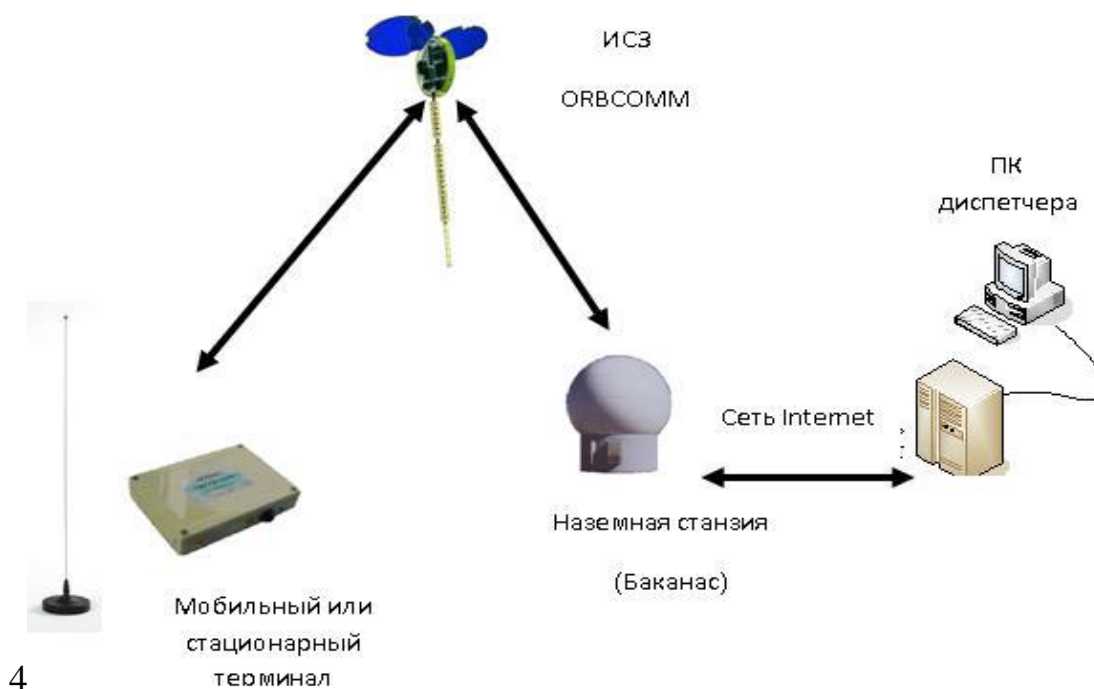


Рисунок 2.2 – Схема организации системы передачи данных

2.4 Передача данных с использованием ИСЗ GlobalStar



Рисунок 2.3 – Внешний вид ИСЗ GlobalStar

Таблица 2.1 - Основные характеристики

Частота передачи, МГц	2483,5-2500
Частота приема, МГц	1610-1626,5
Выходная мощность передатчика, Вт	4
Чувствительность приемника, Дб	-120

Скорость передачи данных на ИЗС, бит/с	9600
Скорость приема данных на ИЗС, бит/с	9600
Добротность, дБ/К:	3,6
- ЭИИМ на один канал, дБВт	29
- коэффициент усиления антенны:	
- прием, дБ;	25
-передача, Дб	25

Характеристика спутниковой системы GlobalStar

Виды услуг

Для передачи речи используется вокодер с линейным предсказанием (CELP) и переменной скоростью от 1,2 до 9,6 кбит/с. Средняя скорость для предложенного алгоритма приблизительно равна 2,4 кбит/с. Система Globalstar предназначена для передачи речи и данных, организации пейджинговой связи, определения местонахождения подвижных объектов, передачи коротких сообщений и экстренных вызовов. Перечень услуг, предусмотренных в системе GlobalStar, в целом аналогичен услугам системы Iridium.

Идеология построения системы Globalstar состоит в использовании методов сотовой связи с переносом в космическое пространство ретрансляторов базовых станций. При разработке этой системы в основном использовался опыт создания сотовых систем связи с кодовым разделением каналов (CDMA) фирмы Qualcomm. Запуск первых четырёх КА осуществлен с помощью РН Delta 2 в начале 1998 г. ,Обработка речевого сигнала включает в себя подавление шумов в паузах. При этом качество восстановленной речи оценивается в 3,5 балла (по методике MOS). Вокодеры, входящие в состав станций сопряжения системы Globalstar, включают в себя эхоподаватели для сопряжения с двухпроводными линиями.

Данные передаются со скоростью от 2,4 до 9,6 кбит/с. Вероятность ошибки в канале передачи данных не более 10^{-6} . Предусматривается предоставление пользователям ряда дополнительных услуг, таких как телефакс, передача факсимильных сообщений с расширенными возможностями (с высокой разрешающей способностью и коррекцией ошибок). Указанные услуги реализуются в различных модификациях терминалов и будут предоставляться по мере роста числа пользователей системы.

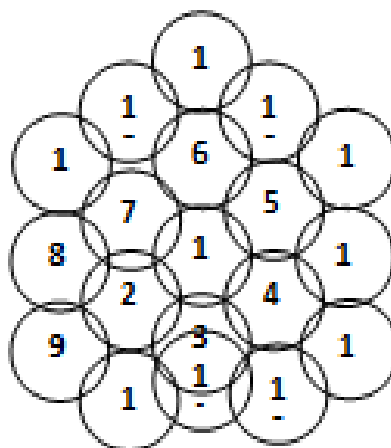


Рисунок 2.4 – Структура покрытия земной поверхности многолучевой антенной КА GlobalStar.

Принципы построения и структура системы

Система спутниковой связи "GlobalStar" структурно разделена на три основных сегмента: космический, наземный и пользовательский.

Наземный сегмент

Земной сегмент системы состоит из нескольких шлюзовых станций, включённых в общие коммутируемые станции наземных сетей связи, и абонентских станций. Шлюзовая станция имеет четыре параболические антенны диаметром 3,4 м с программным наведением: три антенны сопровождают три спутника в зоне обслуживания, а четвёртая готовится сопровождать новый, появляющийся на горизонте, спутник.

В состав наземной сети управления Globalstar входят две основные подсистемы: центр управления сетью GOCC (Ground Operations Control Center) и центр управления и контроля орбитальной группировкой SOCC (Satellite Operations Control Center). Обе подсистемы связаны между собой с помощью сети Globalstar Data Network, к которой подключены и наземные станции сопряжения.

Центр управления спутниками SOCC совместно с командно-телеметрическими станциями производит контроль орбит, обработку телеметрической информации и формирование команд. Кроме того, SOCC отслеживает текущее состояние КА и информирует центр управления сетью о доступных КА, их ресурсах и эфемеридах. В задачи центра управления GOCC входит планирование трафика, выделение и закрепление сетевых ресурсов, а также слежение за функционированием системы. Центр SOCC не имеет собственного радиотехнического оборудования, а постоянно подключён к одной из УС по наземной линии связи. Эта узловая станция, в отличие от остальных, должна быть доукомплектована аппаратурой для приёма телеметрии с борта КА и передачи команд управления. Центр

управления SOCC размещён в Сан-Хосе, шт. Калифорния. Резервный центр управления связью будет в Эль-Дорадо, шт. Калифорния.

Шлюзовые станции

Шлюзовая станция состоит из четырёх идентичных приёмопередающих комплексов, каждый из которых оснащён следящей параболической антенной.

Отсутствие межспутниковых связей в системе Globalstar приводит к значительному росту количества шлюзовых станций (до нескольких сотен).

Основными задачами шлюзовых станций являются организация и поддержание телефонных и пейджинговых каналов, каналов передачи данных, а также обеспечение службы определения координат подвижных объектов.

Среди других функций шлюзовых станций следует выделить регулировку уровней мощности абонентских терминалов. Приёмники шлюзовых станций измеряют уровень сигнала, принимаемого от каждого абонентского терминала, и сравнивают его с пороговым уровнем, а затем передают на абонентский терминал команду на увеличение или уменьшение его мощности. Эта процедура позволяет выровнять уровни сигналов на входе приёмника спутника-ретранслятора и продлить срок работы батарей абонентского терминала.

Срок активной эксплуатации спутниковой системы рассчитан до 2012 гг. Наиболее сложное звено системы - шлюзовые станции, которые разворачиваются постепенно. На территории России построено 4 шлюзовые станции, на территории США - 5.

Результаты моделирования показывают, что орбитальное построение системы Globalstar оптимизировано для территории США и Западной Европы. В России вне зоны обслуживания остаются труднодоступные полярные регионы и трасса Северного морского пути.

Проект Globalstar отличается высокой степенью проработки технических решений, что позволяет надеяться на ввод системы в эксплуатацию в планируемые сроки.

Космический сегмент

Орбитальная группировка системы GlobalStar включает в себя 48 основных и 8 резервных КА. Спутники расположены в 8 орбитальных плоскостях по 6 КА в каждой. КА выводятся на круговые орбиты высотой 1414 км с наклоном к экватору 52° . Период обращения на этих орбитах равен 114 мин. Фазовый сдвиг между КА в соседних орбитальных плоскостях составляет $7,5^\circ$. Такая структура космического сегмента обеспечивает одновременное наблюдение на средних широтах - основном регионе обслуживания - не менее 2 КА. По этому показателю система GlobalStar существенно отличается от конкурирующей системы Iridium, где структура космического сегмента основана на односпутниковом покрытии территории. Система GlobalStar рассчитана на обслуживание территорий в средних широтах (в пределах от 70° с.ш. до 70° ю.ш.). В этой области

обеспечивается практически постоянное двукратное покрытие земной поверхности. На каждом ИСЗ помещены два транспондера, работающих в полосах частот в направлении:

- от абонента к спутнику - 1610...1626,5 МГц (полоса L);
- от спутника к шлюзовой станции - 6875...7055 МГц (полоса фидерной линии);
- от шлюзовой станции к спутнику – 5091...5250 МГц (полоса фидерной линии);

Поэтому сигналы, принимаемые и передаваемые шлюзовой станцией, занимают (с учётом защитных интервалов) две полосы шириной 180 МГц и 159 МГц соответственно. Приёмная и передающая антенны ИСЗ в полосах частот фидерных линий имеют ДН с глобальным охватом.

Космический аппарат

– Спутники в системе Globalstar выполнены без обработки информации (bent-pipe) и межспутниковых линий связи. Связь между абонентами организуется в следующих диапазонах частот.

- от спутника к абоненту - 2483,5...2500 МГц (полоса S).

Приёмная и передающая антенны спутника в полосах S и L, представляют собой многолучёвые АФАР, состоящие из 61 элемента в полосе L и 91 элемента в полосе S. Создаваемые антеннами 16 лучей образуют на поверхности Земли зону обслуживания диаметром 5500 км. В каждом луче сигналы занимают полосу частот шириной 16,5 МГц.

В транспондере ИСЗ сигналы каждой пары лучей преобразуются по частоте, занимая 8 отдельных полос в полосе частот фидерной линии при использовании ортогональной поляризации.

Таблица 2.2 - Диапазоны частот абонентских и фидерных линий

Наименование линии	Абонентская линия	Фидерная линия
Направление связи "Земля-спутник"	1610-1626,5 МГц	5091-5250 МГц
Направление связи "спутник-Земля"	2483,5-2500 МГц	6875-7055 МГц

Бортовой комплекс L/S диапазона содержит приёмные и передающие активные фазированные антенные решётки (АФАР). Всего формируется 16 лучей. Усиление и форма лучей подобраны так, чтобы у поверхности Земли формировалась многосотовая зона покрытия. Коэффициент усиления в

периферийных лучах выше, чем в первом, что необходимо для создания равномерной плотности потока мощности.

Антенны L и S диапазона - печатные, многоэлементные. Приёмная АФАР (L диапазон) состоит из 61 элемента. Шумовая температура приёмника в каждом луче составляет 460, К. Добротность G/T равна -10 дБ/К.

Передающая АФАР (S диапазон) возбуждается 91-элементным усилителем. Мощность каждого элемента - 4 Вт. Общая выходная мощность спутника достигает почти 400 Вт и может плавно перераспределяться между лучами. Средняя ЭИИМ в пересчёте на один канал 2,4 кбит/с равна минус 2,9 дБВт.

Антенна фидерной линии, работающая в C - диапазоне, имеет два луча с различной поляризацией. Коэффициент усиления антенны составляет 1 дБ на передачу и 3,6 дБ на приём. ЭИИМ ретранслятора для фидерной линии в пересчёте на один канал 2,4 кбит/с равен -26 дБВт. Общая пропускная способность ретранслятора на один космический аппарат составляет 2400 эквивалентных телефонных канала.

Масса каждого КА - 450 кг, максимальная мощность солнечных батарей - 1100 Вт. Планируемый срок активного существования - 7,5 лет. На спутниках устанавливается трёхосная система стабилизации. Точность удержания аппарата на орбитальной позиции составляет не хуже $+1^\circ$ вдоль орбиты и $+1^\circ$ в сторону от орбиты.

Основными компаниями-операторами, обеспечивающими запуск КА Globalstar, на этапах формирования орбитальной группировки и последующей замены КА в ходе эксплуатации системы являются: Boeing (США), РН Delta-2 (по 4 КА за запуск); НПО "Южное" (Украина), РН "Зенит" (по 12 КА за запуск); Starsem (Франция), РН "Союз" (по 4 КА за запуск).

Организация многостанционного доступа

В системе Globalstar используются шумоподобные сигналы (ШПС) и комбинация методов многостанционного доступа с кодовым (CDMA) и частотным (FDMA) разделением каналов. Это позволяет решить ряд проблем и, в первую очередь, проблему многократного использования частот и повышения пропускной способности. В отличие от узкополосных сигналов, предъявляющих жёсткие требования к уровню развязки между лучами многолучевой антенны, ШПС сигналы позволяют существенно снизить требования к развязке между лучами. В результате можно использовать одни и те же частоты в разных лучах. Одновременно могут быть снижены требования к электромагнитной совместимости с другими системами, работающими в том же диапазоне частот на первичной основе. Другое преимущество ШПС сигнала состоит в возможности борьбы с помехами в виде отражённых сигналов путём их сложения с основным сигналом в многоканальном приёмнике Globalstar. Приёмник также позволяет принимать и обрабатывать разнесённые сигналы от разных лучей одного или нескольких КА.

Суммарная ширина полосы частот, отведённая для связи, равна 16,5 МГц. В этой полосе размещаются 13 частотных каналов. Ширина полосы каждого канала равна 1,25 МГц.

Внутри каждого из частотных каналов разделение производится по форме сигналов, т.е. по номеру последовательности Уолша. Всего для связи используется 127 CDMA-каналов (последовательностей Уолша). В линии "спутник-Земля" организуются следующие виды каналов: канал для передачи пилот-сигнала (ПС), один канал для синхросигнала, 7 каналов используются для организации персонального вызова, а оставшиеся 118 каналов предназначены для информационного обмена. В направлении от абонента на станцию сопряжения организуется также 127 каналов, из которых 72 используются для сигнализации (так называемые каналы доступа) и 55 - для передачи полезной информации.

2.5 Передача данных с использованием геостационарных ИСЗ KazSat-2

KazSat-2 – казахстанский ИСЗ, с координатами положения на ГСО 86,5⁰ восточной долготы. Запущен КА был 16.07.2011года с космодрома Байконур.

По заявлению Республиканского центра космической связи зона обслуживания КА KazSat-2 включает всю территорию Республики Казахстан, территорию стран Центральной Азии и центральной части России.

KazSat-2 сможет расширить определенный круг информационных услуг, которые так необходимы Республике. На 2014 год возможности космического аппарата эксплуатируются на 63%, отдельные провайдеры связи сохраняют транслирующие нагрузки на зарубежных спутниках.

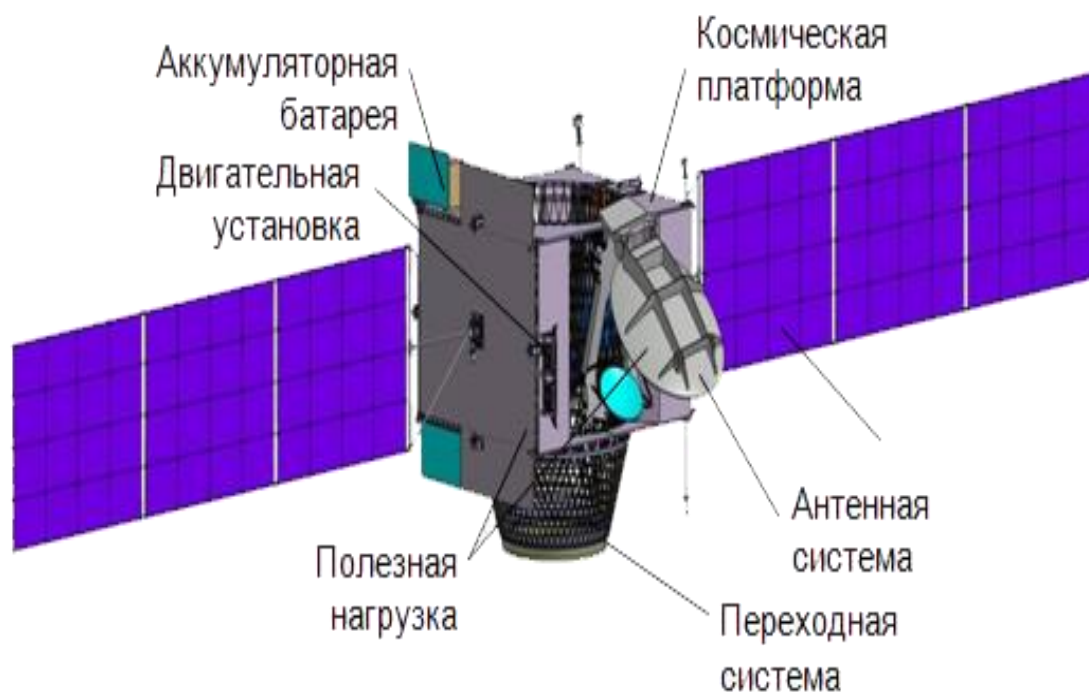


Рисунок 2.5 – Внешний вид ИСЗ KazSat-2

Таблица 2.3 - Основные характеристики

Точка стояния на ГСО	86,5 град. в.д.
Масса КА, кг	1330
Точность ориентации, град	0,1
Точность позицион., град	$\pm 0,05$
Мощность СБ, Вт	4600
Срок активного существования, лет	12,25
Диапазон частот	Ku
Количество стволов	16
Полоса пропускания, МГц	54
Добротность, дБ/К	5,3
ЭИИМ (ТВ / связь), дБВт	53,5 / 49
Масса ПН, кг	200

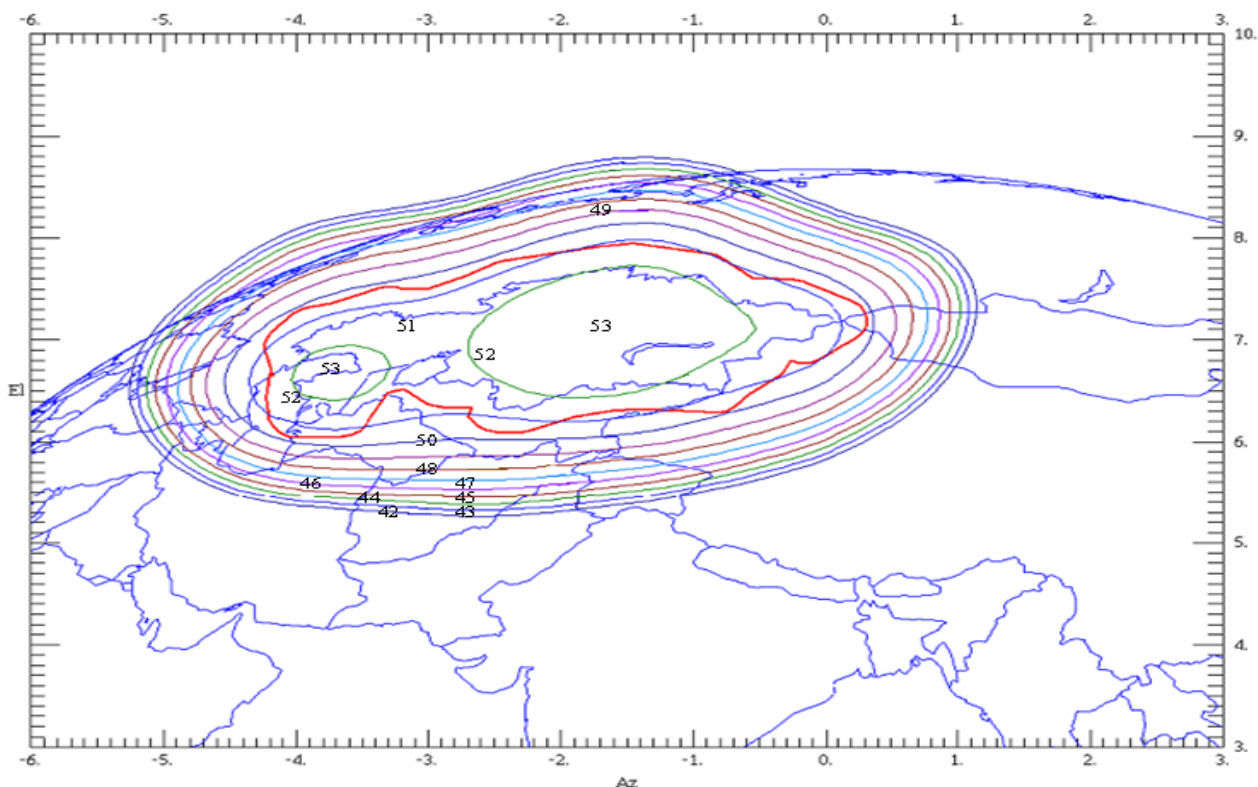


Рисунок 2.6 – Зона обслуживания КА «KazSat-2» на передачу (EIRP)
3 Расчетная часть

3.1 Вывод уравнений для определения требований к чувствительности приемника

Расчет чувствительности приемника ЗС будем производить, используя выражение для энергетического расчета спутниковой линии. Энергетический расчет спутниковой линии предполагает нахождение мощности передатчика КС по данным о мощности шума на входе приемника, расстоянию от ЗС до КС и т.д. Но так, как значение мощности передатчика известно, мы можем найти неизвестную величину мощности шума на входе приемника, а значит и чувствительность приемника, применив при этом отношение сигнал-шум.

Причем, варьируя расстояние от ЗС до КС возможен расчет чувствительности для каждого значения расстояния, т.е. мы, формируем требования к приемнику - его возможности работать с КС в промежутке времени достаточном для получения нужной информации. Спутник движется по определенной траектории приближаясь, а затем, удаляясь от ЗС, поэтому максимальность времени связи со спутником будет зависеть от возможности приема сигнала с дальних расстояний.

Таблица 3.1 - Исходные данные для расчета низкоорбитальной системы:

Отношение сигнал-шум, $\left(\frac{P_c}{P_{ш}} \right)_{вх}$, дБ	10,3
Коэффициент усиления приемной антенны, $G_{пр}$, дБ	16,99
Добротность станции на передаче, $\frac{G_{пер}}{T}$, Дб	-28,6
КПД волнового тракта КС, $\eta_{кс}$	0,9
КПД волнового тракта ЗС, $\eta_{зс}$	0,9
Радиус Земли, R_z , км	6370
Высота спутника, d , км	1414
Высота приемной антенны над уровнем моря, h , км	1

Таблица 3.2 - Данные космические станции GlobalStar

Частота передачи, МГц	2483,5-2500
Частота приема, МГц	1610-1626,5
Выходная мощность передатчика, Вт	4
Чувствительность приемника, Дб	-120
Скорость передачи данных на ИЗС, бит/с	9600
Скорость приема данных на ИЗС, бит/с	9600
Добротность, дБ/К: - ЭИИМ на один канал, дБВт - коэффициент усиления антенны: - прием, дБ; - передача, Дб	3,6 29 25 25

3.1.1 Определение дальности между космическим аппаратом и приемной антенной ЗС

При расчете энергетических параметров спутниковой линии рассмотрим два случая, при:

- d_1 - дальность между околоразенитным космическим аппаратом и приемной антенной, где угол места $\alpha = 90^\circ$;

- d_2 - дальность между пригоризонтным космическим аппаратом и приемной антенной, где угол места прием $\alpha = 15^\circ$.

Зона обзора космического аппарата представляет собой участок земной поверхности, на котором можно осуществлять наблюдение за космическим аппаратом, прием его сигналов. Центром зоны обзора является подспутниковая точка O_3 , называемая географическим местом спутника (ГМС) (рисунок 3.1). Т.о., если точка O_3 – место расположения антенны, то дальность между околозенитным космическим аппаратом ($\alpha = 90^\circ$) и приемной антенной прием равной $d1 = H = 1414$ км.

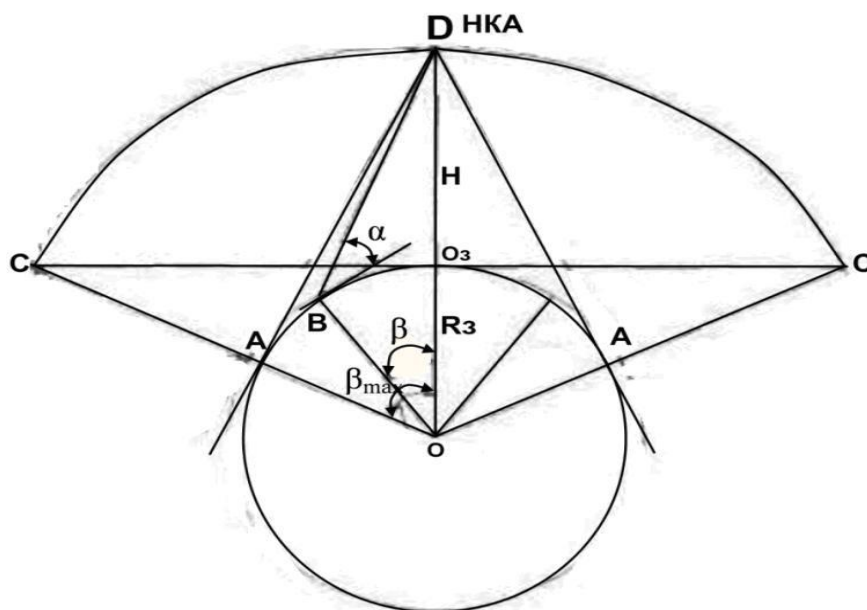


Рисунок 3.1 – Зона обзора космического аппарата

Далее определим расстояние между пригоризонтным космическим аппаратом ($\alpha = 15^\circ$) и приемной антенной ($d2$).

Размер зоны обзора характеризуется углом β_{\max} или соответствующей ему дугой AO_3 , которая называется радиусом зоны обзора R_0 (км). Из рисунка 3.1 видно, что β_{\max} определяется из треугольника OAD:

$$\beta_{\max} = \arccos[R_3 / (R_3 + H)] \quad (3.1)$$

где $R_3 = 6370$ км – радиус Земли;

$H = 1414$ км – высота орбиты спутника.

$$\beta_{\max} = \arccos[6370 / (6370 + 1414)] = 35^\circ$$

Бортовые приемоиндикаторы СРНС обеспечивают заданную точность измерений в зоне обзора, ограниченной радиогоризонтом, который поднят

для пользователя на угол от 5 до 10° (угол места). В этом случае зона обзора определяется углом $\beta < \beta_{\max}$, где

$$\beta = \arccos[R_3 / (R_3 + H)] - \alpha = \beta_{\max} - \alpha \quad (3.2)$$

где α - угол места.

Примем точку В за место расположения приемной антенны, при $\alpha = 15^\circ$, тогда:

$$\beta = 35^\circ - 15^\circ = 20^\circ$$

Из теоремы косинусов, по двум известным сторонам и углу между ними определим наклонную дальность между приемной антенной и пригоризонтным космическим аппаратом:

$$d_2 = \sqrt{R_3^2 + (R_3 + H)^2 - 2 \cdot \cos \beta \cdot R_3 \cdot (R_3 + H)} \quad (3.3)$$

$$d_2 = \sqrt{6370^2 + (6370 + 1414)^2 - 2 \cdot \cos(20^\circ) \cdot 6370 \cdot (6370 + 1414)} = 2819 \text{ км.}$$

Т. о. получили: $d_1 = 1414$ км, $d_2 = 2819$ км.

3.1.2 Расчет ослабления радиосигнала на участке КА-ЗС

Длина волны рассчитывается для линии вниз

$$\lambda = \frac{c}{f \downarrow} \quad (3.4)$$

где c – скорость света в вакууме, м/с

$f \downarrow$ - частота приема, Гц

Все вычисления производились с помощью программного модуля Mathcad 14.

$$\lambda_{GS} = \frac{3 \cdot 10^8}{2490 \cdot 10^6} = 0,12 \text{ м;}$$

Полное затухание радиосигналов в линиях спутниковой связи определяется потерями в свободном пространстве L_0 , дБ и дополнительными потерями $L_{\text{доп}}$, дБ, обусловленными особенностями функционирования систем спутниковой связи:

$$L = L_0 + L_{\text{доп}} \quad (3.5)$$

Потери энергии радиоволн при распространении в свободном пространстве определяются в соответствии с выражением:

$$L_0 = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2}{\lambda^2} \quad (3.6)$$

где λ - длина волны от спутника к приемнику, м;
 d - расстояние между передающим космическим аппаратом и приемной антенной ЗС, м.

Длина волны при различных частотах была рассчитана выше.

Тогда затухание радиоволн при распространении в свободном пространстве от околоразнотного космического аппарата:

для λ_1

$$L_{01} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (1414 \cdot 10^3)^2}{0,12^2} = 2,17 \cdot 10^{16}$$

Переведем в дБ:

$$L_{01} = 10 \log_{10} (2,17 \cdot 10^{16}) = 163 \text{ дБ}$$

для λ_2

$$L_{02} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (2819 \cdot 10^3)^2}{0,12^2} = 8,64 \cdot 10^{16}$$

Переведем в дБ:

$$L_{02} = 10 \log_{10} (8,64 \cdot 10^{16}) = 169 \text{ дБ}$$

Уравнение для энергетического расчета

Мощность сигнала на приеме рассчитывается по следующей формуле

$$P_{\text{пр}} = \frac{\text{ЭИИМ} \cdot G_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пр}}}{L_0 \cdot L_{\text{доп}} \cdot \frac{P_c}{P_{\text{и}}}} \quad (3.7)$$

где ЭИИМ – эквивалентная изотропна-излучаемая мощность, Вт;

$\eta_{\text{пр}}$ - коэффициент приема (по мощности) волнового тракта (КПД тракта);

L_0 - затухание энергии в свободном пространстве, дБ;

$L_{\text{доп}}$ - дополнительное затухание, дБ;

$P_{\text{пр}}$ - эффективная мощность на выходе передатчика, Вт;

$G_{\text{пр}}$ - коэффициент усиления приемной антенны относительно изотропного излучателя, дБ;

$\eta_{\text{пер}}$ - коэффициент передачи (по мощности) волноводного тракта (КПД тракта).

$$L_{\text{доп}} = 1,5 \text{ дБ} \Rightarrow \text{раз} L_{\text{доп}} = 1,41;$$

$$G_{\text{пр}} = 3,6 \text{ дБ} \Rightarrow \text{раз} G_{\text{пр}} = 2,29;$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{794,33 \cdot 794,33 \cdot 0,9}{2,17 \cdot 10^{16} \cdot 1,41 \cdot 10,72} = 1,73 \cdot 10^{-12} \text{ Вт};$$

$$P_{\text{пр}} = 1,73 \cdot 10^{-12} \text{ Вт} = -117,61 \text{ дБ};$$

Чувствительность приемника составляет -120 дБ, мощность сигнала в точке приемника составляет -118 дБ. Это значение входит в диапазон чувствительности.

Мощность сигнала P_c , Вт на выходе приемника

$$P_{\text{пер}} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot d^2 \cdot L_{\text{доп}} \cdot k \cdot \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} \cdot T \cdot \Delta f}{\lambda^2 \cdot G_{\text{пер}} \cdot G_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{пер}} \cdot \eta_{\text{пр}}} \quad (3.8)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Вт/(Гц} \cdot \text{град)}$ - постоянная Больцмана;

Δf - эквивалентная (энергетическая) шумовая полоса приемника Гц

T - эквивалентная шумовая температура всей приемной системы с учетом внутренних и внешних шумов, К.

Подставим:

$$P_{\text{пер}} = \frac{2,17 \cdot 10^6 \cdot 10,72 \cdot 1,32 \cdot 10^{-23} \cdot 500 \cdot 2 \cdot 10^6}{2,29 \cdot 316,23 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 7,4 \text{ Вт}$$

По расчетом выбираем 8 Вт

3.2 Расчет энергетических характеристик радиолинии

Цель и задача энергетического расчета радиолинии КА-ЗС состоит в обоснованном выборе (расчете) энергетических параметров приемной аппаратуры на борту космического аппарата: коэффициента шума приемника, коэффициента усиления антенны и потерь в антенно-фидерном тракте, удовлетворяющих заданной достоверности и надежности работы системы.

Таблица 3.3 – Характеристика для города

Город	Широта	Долгота
Астана	51,11	71,5
Сары-Агаш	44,25	80,31
Алмата	43,25	76,9

$$d = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cos \varphi_{ЗС} \cos(\beta_{КС} - \beta_{ЗС})} \quad (3.9)$$

где $\beta_{КС}$ – для KazSat2;
 $\varphi_{ЗС}$ – широта ЗС;
 $\beta_{ЗС}$ – долгота ЗС;
 $\beta_{КС}$ – долгота КС KazSat2.

Диаметр антенны для Астаны

$$\begin{aligned} d_1 &= 42644 \\ &\cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cos(51,11 \cdot 3,14/180) \cos((71,5 - 86) \cdot 3,14/180)} \end{aligned}$$

$$d_1 = 38623,8 \text{ км}$$

Диаметр антенны для Сары-Агаш

$$d_2 = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cos(44,25 \cdot 3,14/180) \cos((80,31 - 86) \cdot 3,14/180)}$$

$$d_2 = 37887,6 \text{ км}$$

Диаметр антенны для Алматы

$$d_3 = 42644 \cdot \sqrt{1 - 0.2954 \cos(43,25 \cdot 3,14/180) \cos((76,9 - 86) \cdot 3,14/180)}$$

$$d_3 = 37842,03 \text{ км}$$

Решение поставленной задачи осуществляется в соответствие со следующим алгоритмом:

- определение дальности между космическим аппаратом и приемной антенной ЗС;
- расчёт ослабления радиосигнала спутниковой линии;
- расчёт энергетических параметров приёмного устройства.

Рассчитаем длину волны λ , м по формуле:

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

где c – скорость света в вакууме, м/с;

f – частота работы передатчика ИСЗ, Гц.

Длина волны для частоты 14250 МГц:

$$\lambda_{\text{УР}} = \frac{3 \cdot 10^8}{14,25 \cdot 10^9} = 0,021 \text{ м}$$

для Астана

$$L_{UP1} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (38623,8 \cdot 10^3)^2}{0,021^2} = 5,31 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP1} = 10 \log_{10} (5,31 \cdot 10^{20}) = 207,251 \text{ дБ}$$

для Сары-Агаш

$$L_{UP2} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (37887,59 \cdot 10^3)^2}{0,021^2} = 5,11 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP2} = \log_{10} (5,11 \cdot 10^{20}) = 207,084 \text{ дБ}$$

для Алматы

$$L_{UP3} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (37842,03 \cdot 10^3)^2}{0,021^2} = 5,1 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP3} = 10 \log_{10} (5,1 \cdot 10^{20}) = 207,073 \text{ дБ}$$

Длина волны для частоты 11350 МГц:

$$\lambda_{DN} = \frac{3 \cdot 10^8}{11,35 \cdot 10^9} = 0,026 \text{ м}$$

для Астана

$$L_{DN1} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (38623,8 \cdot 10^3)^2}{0,026^2} = 3,37 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP1} = 10 \log_{10} (3,37 \cdot 10^{20}) = 205,27 \text{ дБ}$$

для Сары-Агаш

$$L_{UP2} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (37887,59 \cdot 10^3)^2}{0,026^2} = 3,24 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP2} = \log_{10} (3,24 \cdot 10^{20}) = 205,11 \text{ дБ}$$

для Алматы

$$L_{UP3} = \frac{16 \cdot 3,14^2 (37842,03 \cdot 10^3)^2}{0,026^2} = 3,23 \cdot 10^{20}$$

Переведем в дБ:

$$L_{UP3} = 10 \log_{10} (3,23 \cdot 10^{20}) = 205,1 \text{ дБ}$$

$$P_{пер1} = \frac{5,31 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 10,72}{14620,5 \cdot 4,2658 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 11,4876 \text{ Вт};$$

$$P_{пер2} = \frac{5,11 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 10,72}{14620,5 \cdot 4,2658 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 11,05385 \text{ Вт};$$

$$P_{пер3} = \frac{5,1 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10^{-23} \cdot 300 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 10,72}{14620,5 \cdot 4,2658 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 11,02728 \text{ Вт}.$$

$$P_{np1} = \frac{79432,82 \cdot 9275,22 \cdot 0,9}{3,37 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10,72} = 1,08 \cdot 10^{-13} \text{ Вт};$$

$$P_{np1} = -130 \text{ дБ};$$

$$P_{np1} = \frac{79432,82 \cdot 9275,22 \cdot 0,9}{3,24 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10,72} = 1,12 \cdot 10^{-13} \text{ Вт};$$

$$P_{\text{пр1}} = -129 \text{ дБ};$$

$$P_{\text{пр1}} = \frac{79432,82 \cdot 9275,22 \cdot 0,9}{3,23 \cdot 10^{20} \cdot 1,7 \cdot 10,72} = 1,13 \cdot 10^{-13} \text{ Вт};$$

$$P_{\text{пр1}} = 1,13 \cdot 10^{-13} \text{ Вт} = -1,29 \text{ дБ}.$$

4 Выбор модема и антенны удаленных станций

4.1 Описание модема GlobalStar

Qualcomm GSP 1620 – GlobalStar. Спутниковый модем Qualcomm GSP 1620 для передачи данных разработан, чтобы обеспечить надежную связь цифровых данных по всему миру, используя патентованную CDMA технологию QUALCOMM'S и космическую группировку системы связи Globalstar™ из 48-ми низкоорбитальных спутников.



Рисунок 4.1 – Qualcomm GSP 1620 (GlobalStar)

Таблица 4.1 – Характеристика Qualcomm GSP 1620 (GlobalStar)

Стандарт	GlobalStar
Размеры (мм)	190 x 75 x 17
Вес (г)	180
Производитель	Qualcomm
Цена:	\$700.00 €628,87 53,922.82 руб.

Спутниковый модем Qualcomm GSP 1620 для передачи данных разработан, чтобы обеспечить надежную связь цифровых данных по всему

миру, используя патентованную CDMA технологию QUALCOMM'S и космическую группировку системы связи Globalstar™ из 48-ми низкоорбитальных спутников.

Qualcomm GSP 1620 обеспечивает надежный IP-канал связи отдаленным абонентам, когда услуги наземной линии связи недоступны.

Помимо двусторонней связи с Internet, передвижными объектами наземного, морского или воздушного базирования, пользователи могут также контролировать, управлять и отслеживать стационарные и передвижные устройства телеметрии. Централизованный контроль и накопление данных (SCADA).

Режимы: Глобалстар.

Текущие услуги:

- Асинхронная (Dialup), пакетная (PPP) передача данных 9.6 кбит/с
- Определение местоположения
- Перспективные услуги:
- Сервис коротких сообщений (только входящие);
- голосовая почта;
- пакетная передача данных 9.6 кбит/с.;

Роуминг: Международный роуминг в режиме Глобалстар.

Особенности использования:

- Наличие порта данных и управления модемом с возможностью одновременного или раздельного их использования;
- Модем использует стандартное программное обеспечение и совместим с операционными системами Windows 95/98/2000/NT, Macintosh OS, UNIX/Linux;
- Управление модемом производится стандартными AT-командами;
- Фиксированная/динамическая IP-адресация;

Таблица 4.2 - Технические характеристики

Параметр	Значение
Возможности	<ul style="list-style-type: none"> – Спутниковая передача данных (Globalstar) – IP - пакетные данные по PPP 9.6 Кбит/с Full Duplex связь (средняя пропускная способность 7.4 Кбит/с) – VPN - туннелирование для безопасного соединения Использует стандарт 'Hayes Модем' в командах – AT – Совместим с Windows 95/98/2000 Dial-Up-Networking – Служба обмена короткими сообщениями

	(SMS) – Установление подлинности / шифрование
Размеры модема	190 x 75 x 17 мм
Масса модема	180 г
Размеры антенны	диаметр - 103 мм, высота - 63 мм
Масса антенны	250 г
Питание	5.6-16 В /0.5 А
Потребляемая мощность	Режим Минимум В среднем Максимум
	Закрыт 1.2 мВт 2.4 мВт 6 мВт
	Дежурный 280 мВт 500 мВт 2.4 Вт
	Передача 3.6 Вт 4.8 Вт 5.4 Вт
Диапазон рабочих температур	от -30°C до +40°C при относительной влажности 95%
Интерфейсы	порт данных и управления: DB25, RS232 порт диагностики: DB9, RS232
Линейная скорость порта данных	от 300 бит/с до 115 кбит/с
Услуги определения места положения	Определение местоположения в пределах 10 км (+/-5 км, 95 % вероятности)
Разъемы Антенны на модеме	TX MCX - Female, RX MCX – Female
Разъемы Антенны	TX SMA- Female, RX SMA – Female
Сертификаты	FCC и CE
Максимальная мощность передачи	+ 26 dBm EIRP (0.4 W)
Диапазон частот	Передача: 1610 - 1625 MHZ Прием: 2484 - 2499 MHZ
Входное напряжение	DC 5.2 V - 16 V
Кабель подключения антенны	Требуется 2 кабеля: (прием и передача) Male SMA to Male MCX Maximum 0.6 dB insertion loss @ 1618 MHz

Таблица 4.3 - Технические характеристики

Наименование	Обозначение	Кол.	Примечание
Плата модема с документацией на CD или FD	GSP 1620	1	Базовый к-т
Антенна	1620 DRA	1	Базовый к-т

4.2 Описание удаленной станции

Quake Q-Pro Спутниковый модем Quake Global Q-Pro с возможностью передачи данных в сетях спутниковой связи – это портативная автономная система глобальной навигации и передачи данных. Небольшой прочный герметичный (IP-67) модуль содержит новейшее программное обеспечение, которое позволяет разработчикам и интеграторам качественно организовать свою коммуникацию.



Рисунок 4.2 – Quake Q-Pro для геостационарных ИСЗ

Таблица 4.4 – Характеристика Quake Q-Pro для геостационарных ИСЗ

Стандарт	Геостационарный
Размеры (мм)	119.2 x 119.4 x 57.6
Вес (г)	390
Производитель	Quake

Интерфейс	RS-232
Цена:	\$925.00 €831,01 71,347.66 руб.

Quake Global Q-Pro обеспечивает надежное двухстороннее общение по сети Data Pro и сетям GSM. Локационные и навигационные приложения на Q-Pro работают благодаря современной 50-канальной системе.

Спутниковый модем Quake Global Q-Pro имеет множество настроек, включая передачу данных через спутник/GSM, входы/выходы, память, CAN-шину, антенну обнаружения. На Q-Pro установлен интерфейс программирования приложений (API), что позволяет разработчикам создавать кастомизированные приложения непосредственно на устройстве. Кроме того, есть отдельная программа для конфигурации (платная), которую можно использовать для того, чтобы настроить Q-Pro под особые нужды без необходимости отдельного программирования.

Спутниковый модем Quake Global Q-Pro с Data Pro сможет загружать сообщения почти в реальном времени размером до 10000 байт на любое устройство, и отправлять до 6400 байт с него. Такое увеличение размера пакетов данных и скорости передачи вполне удовлетворяет требования клиентов, которым необходим больший объем данных и меньшее время ожидания в межмашинной (M2M) коммуникации.

Преимущества:

- Полностью программируется пользователем
- Двойной режим GSM + геостац. ИСЗ для обеспечения всемирного покрытия
- Степень защиты IP 67
- CAN-шина
- Наличие программных решений для конфигурации

Характерные особенности:

- Комплексная четырехдиапазонная пакетная радиосвязь общего назначения
- Комплексный 50-канальный чипсет
- Внутриплатный программируемый процессор
- 4 коммутатора цифрового вывода (2 коммутируют заземление / 2 коммутируют входное напряжение питания)
- 8 цифровых вводов/выводов общего назначения (уровень CMOS, 3,5 В постоянного тока)
- 1-3 последовательных порта RS-232 (внешние)
- 1 CAN-ШИНА 2.0: CAN OPEN, RAW CAN или J1850/1939
- 2 аналоговых ввода (0 - 3,5 В)

- Инструменты поддержки и программирования на программном обеспечении ПК
- Программируемые часы реального времени
- J1455
- Герметичный экологически безопасный по классу защиты IP67
- Возможно расширение для применения WiFi/3G/Bluetooth/акселерометра
- Непрерывное питание 3,5 В.

5 Финансовый план

5.1 Технико-экономическое обоснование проектирования систем связи

Цель данного бизнес-плана: Эта компания раньше использовала спутниковую систему связи РРЛ, а я предлагаю на спутниковую система связи KazSat-2.

Расчет экономической выгоды проектирования сети, посредством общих капитальных вложений, годовых эксплуатационных затрат и доходов, ожидаемой прибыли и срока окупаемости. Для реализации проекта потребуется инвестиционные затраты 107 937 500 тенге, проект окупится в течении 2,5 года.

5.2 Компания и отрасль

KEGOC, будучи системным оператором ЕЭС РК, осуществляет следующие виды деятельности:

- передача электроэнергии по НЭС, обеспечение технического обслуживания НЭС и поддержание в эксплуатационной готовности;
- техническая диспетчеризация, централизованное оперативно-диспетчерское управление режимами работы ЕЭС РК, включая составление фактических балансов и формирование суточного графика производства-потребления электроэнергии;
- организация функционирования балансирующего рынка электроэнергии в режиме реального времени и рынка системных и вспомогательных услуг;
- регулирование и резервирование электрической мощности, организация балансирования производства-потребления электроэнергии;
- физическое и финансовое урегулирование дисбалансов электрической энергии;
- взаимодействие с энергосистемами сопредельных государств по управлению и обеспечению устойчивости режимов параллельной работы;
- техническое и методическое руководство по созданию единой информационной системы, автоматизированной системы коммерческого

учета электрической энергии, сопряженных устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

- обеспечение участников оптового рынка электроэнергии РК информацией, не затрагивающей сведения, составляющие Источник: данные Компании Север (млн. кВт/ч) потребление 60 786 генерация 71 916 баланс 11 130 8 739 млн. Юг (млн. кВт/ч) потребление 18 623 генерация 9 915 баланс -8 708 31 млн. Запад (млн. кВт/ч) потребление 10 232 генерация 10 141 баланс - 91 Страны Центральной Азии 91 млн. Россия 2 392 млн. коммерческую и иную охраняемую законом тайну;

- осуществление купли-продажи электроэнергии на технологические и производственные нужды, для обеспечения договорных величин перетоков с энергосистемами сопредельных государств, а также при возникновении дисбаланса, не покрываемого балансирующим рынком электроэнергии в целях поддержания нормативной частоты электрического тока в ЕЭС РК.

5.3 Описание продукции

Спутник KazSat-2 – космический аппарат фиксированной спутниковой связи Республики Казахстан. Запуск космического спутника KazSat-2 произведен 16 июля 2011 года с космодрома Байконур. По заявлению Республиканского центра космической связи зона обслуживания КА KazSat-2 включает всю территорию Республики Казахстан, территорию стран Центральной Азии и центральной части России. KazSat-2 сможет расширить определенный круг информационных услуг, которые так необходимы Республике. Для Казахстана аренда зарубежных спутников связи, обходится очень дорого.

5.4 Стратегия маркетинга

Важно иметь информацию об особенностях рекламы конкурентов, об их «видах» на другие рынки, о дополнительных сервисных услугах для потребителей. Центральной задачей маркетинговой службы является исследование рынка. Ее оптимальное решение позволяет найти наиболее выгодные варианты сбыта приобретенной продукции. Результатом анализа рынка является простой ответ на непростой вопрос: «Сможет ли предприятие успешно, т.е. с прибылью, продать свой товар?»

При анализе ценообразования необходимо учитывать:

- себестоимость услуг;
- цены конкурентов на предоставляемые услуги;
- уникальность данной услуги;
- цену, определяемую спросом на данную услугу.

Для продвижения этих услуг на рынке необходимо применять методы стимулирования продаж, которые создают дополнительные преимущества

для нашей фирмы перед конкурентами. В качестве некоторых из них можно рассмотреть:

- возможность приобретения услуги по безналичному расчету. То есть возможность для фирм оплачивать услуги связи своих сотрудников с максимальным удобством для себя;

- скидки для постоянных клиентов (или дополнительные услуги, предлагаемые бесплатно);

- проведение специализированных вечеринок.

Важным фактором стимулирования продаж услуг является стимулирование работы персонала компании.

При разработке проекта, а также его внедрения должна существовать реклама, без рекламы проект не получит дальнейшего продвижения, следовательно на него не будет спроса. Рекомендации по внедрению:

- централизованное изготовление указателей, плакатов, буклетов и другой печатной продукции на казахском и русском языках, рекламирующих услуги телекоммуникаций;

- WEB-страница с сети Internet.

В качестве потенциальных потребителей услуг связи можно рассматривать все население. Поскольку предлагаемый комплекс услуг является новым видом на существующем рынке, можно считать, что он будет интересен практически всем группам населения.

5.5 Расчет капитальных затрат

Для внедрения нового сегмента сети в соответствии с таблицей (5.1) потребуется следующее оборудование:

Таблица 5.1 – Состав необходимого оборудования

Наименование оборудования	Стоимость оборудования, тг. Без НДС	Кол – во оборудо- вания, шт.	Стоимость с учетом транспортных расходов, тг.
Спутниковый модем	8 250 000	10	82500 000
Контроллер	17 000 000	1	17 500 000
АС распре- делительный блок	262 500	11	2 887 500
Антенна Allgon	150 000	11	1 650 000
Комплект	200 000	10	2 000 000

аккумуляторов			
Комплект кабелей питания и фидеров	70 000	20	1 400 000
Стоимость всего оборудования	107 937 500		

Спутниковая станция состоит из модуля доступа, фидеров, кабелей, антенн и программного оборудования.

Инвестиции – капитальные вложения, включающие в себя:

$$Кв\lambda = С_{об} + С_{уст}, \quad (5.1)$$

где $С_{об}$ – стоимость приобретаемого оборудования для функционирования данной системы связи;

$С_{уст}$ – стоимость транспортного средства необходимого для эксплуатации, установки и ремонту данной системы связи, определяется укрупненным методом и берется равным 10 % от стоимости оборудования.

$$С_{об} = 107\,937\,500 \text{ тг.}$$

Цены на основное оборудование указаны с учетом транспортных расходов и таможенного оформления.

$$С_{уст} = С_{об} \times 0,1, \quad (5.2)$$

По (5.2) получается $С_{уст} = 107937500 \times 0,1 = 10793750 \text{ тг.}$

Таким образом капитальные вложения составят в соответствии с формулой (5.1):

$$Кв\lambda = 107937500 + 10793750 = 118\,731\,250 \text{ тг.}$$

5.6 Расчет текущих эксплуатационных затрат

Функционирование системы потребует следующих издержек:

$$\mathcal{E}p = \Phi OT + C_n + C_{a p.} + 3 \mathcal{E}Л.ЭН. + 3 p p + A + C_{кр}, \quad (5.3)$$

где ΦOT – фонд оплаты труда;

C_n – социальный налог;

$C_{a p.}$ – расходы на аренду помещения;

$3 \mathcal{E}Л.ЭН.$ – расходы электроэнергии в год;

$3 p p$ – прочие затраты;

A – амортизационные отчисления;

Скр – ежегодные платежи кредиторам.

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{Доп.ФЗП} = 0,3 \times \text{ФЗП}, \quad (5.4)$$

где ФЗП – фонд заработной платы

ОПВ – обязательные пенсионные взносы (социальном налогом не облагаются); ОПВ составляет 10% от ФОТ, т.е

ДП - 30 %

Социальной налог - от начислении заработной платы 11%

$$C_n = 0,11 \times (\text{ФОТ} - 0,1 \times \text{ФОТ}), \quad (5.5)$$

$$З_{\text{проч}} = \text{ФОТ} \times 10 \%, \quad (5.6)$$

Вычислим фонд заработной платы (ФЗП), затраты на ФЗП приведены в таблице (5.2).

Таблица 5.2 – Фонд заработной платы

Должность	Количество	Месячный оклад, тг.
Инженер-энергетик	1	98 000
Инженер-трансмиссии	1	100 000
Инженер BSC	1	118 000
Инженер– планировщик	1	118 000
Итого за год	4	434 000

Расчёт эксплуатационных затрат:

$$\text{ФОТ} = \text{ФЗП} + \text{Доп.ФЗП} = 0,3 \times \text{ФЗП}, \quad (5.7)$$

$$\text{ФОТ} = 0,3 \times 434000 = 130\,200 \text{ тг},$$

$$C_n = 0,11 \times (130200 - 0,1 \times 130200) = 12\,889,8 \text{ тг}$$

В соответствии с формулой (5.6)

$$З_{\text{пр.}} = 130200 \times 10 \% = 13\,020 \text{ тг}.$$

Для размещения базового оборудования необходимо арендовать помещения.

Для данного проекта необходимо арендовать территорию площадью 145 кв.м. для установки десяти контейнеров с оборудованием и комнаты для контроллера и блока питания к нему.

Оборудование будет находиться в необслуживаемых помещениях. Расходы на аренду помещений (в год) представлены в таблице (5.3).

Таблица 5.3 – Расходы на аренду помещений

Площадь помещения, м2	Количество помещений	Стоимость аренды в месяц, тг	Общая стоимость аренды, в месяц, тг
12	10	45600	456 000
25	1	95000	95 000
Итого в год:		Сар = 551 000 тг	

Таблица 5.4 – Расход электроэнергии в год

Стойка	Количество, шт	Мощность, Вт	Количество часов в год	Стримост ь 1КВт*ч, тг	Затраты в год, тг
Спутниковый модем	10	1500	8760	21	275940000
Спутниковый модем	1	4000	8760	21	735840000
Итого за год:			Зэл.энер.=1 011 780 000 тг		

Амортизационные отчисления на оборудование составляют 15 % в год.

Следовательно $A = 0,15 \times 118731250 = 178\,096\,875$ тг.

Кредит берется на сумму 118 731 250 тг. на оборудование и инсталляцию, согласно процентной ставке равной 19 % годовых для юридических лиц и 16 % годовых для физических лиц. Так как кредит предоставляется юридическому лицу, а именно компании «KEGOC», то процентная ставка будет равна 19 % годовых.

Следовательно, в эксплуатационные расходы включается процентная ставка Н.

$$С_{кр} = Н \times K_{кр}, \quad (5.9)$$

Ежегодные платежи кредиторам, в соответствии с формулой (5.9) будут равны:

$$С_{кр} = 0,19 \times 118731250 = 22\,558\,937,5 \text{ тг.}$$

Таким образом годовые эксплуатационные расходы будут равны согласно формуле (5.3):

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_p &= 130200 + 12889,8 + 551000 + 1011780000 + 13020 + 148096875 + \\ &+ 22558937,5 = 1\,183\,142\,922,3 \text{ тг.} \end{aligned}$$

5.7 Расчет экономической эффективности проекта

Для расчета срока окупаемости необходимо знать величину абсолютной экономической эффективности.

Абсолютная экономическая эффективность определяется как отношение ожидаемый чистый денежный поток к стоимости капитальных вложений:

$$E = \frac{O\mathcal{C}\mathcal{D}\mathcal{P}}{K_{\text{вл}}}, \quad (5.10)$$

где ОЧДП – ожидаемый чистый денежный поток,
Квл – капитальные вложения.

$$\mathcal{C}\mathcal{D} = \mathcal{D} - \mathcal{E}_p, \quad (5.11)$$

Далее отчисляем корпоративный подоходный налог равный – 20%

$$\mathcal{C}\mathcal{D}_{\text{нал}} = 0,8 \cdot \mathcal{C}\mathcal{D}, \quad (5.12)$$

$$E_n = \frac{\mathcal{C}_{\text{прибыль}}}{K_{\text{вл}}}$$

Далее отчисляем корпоративный подоходный налог равный – 20%

Таблица 5.5 – Доход

Срок	1 год

Совокупность ежегодных доходов, тг	108000000
ЧД без корп.налога, тг	67756528
ЧД, тг	47429570

Теперь рассмотрим доходы с учетом дисконтирования.

Расчетный срок окупаемости определяется по формуле:

$$T = \frac{1}{E_n}, \quad (5.13)$$

$$E_n = \frac{47429570}{118731250} = 0,399$$

$$T = \frac{1}{0,399} = 2,506 \text{ год}$$

$T = 2 \text{ год, } 5 \text{ месяцев.}$

При сравнении с нормативными сроком окупаемости $T_n = 5$ и абсолютной экономической эффективностью $E_n = 0,2$ получим:

$$T < T_n.$$

Исходя из этого можно сделать вывод, что расширение сети в данном направлении экономически выгодно для компании.

Таблица 5.6 –Расчетные экономические показатели

Наименование статей затрат	Расчетные данные
Капитальные вложения, тенге	118731250
Эксплуатационные расходы, тенге	40243472,5
Общий доход предприятия, тенге	108000000
Чистый доход предприятия, тенге	67756528
Чистый доход после налогообложения, тенге	47429570
Срок окупаемость без учета дисконтирования, года	2.5

5.8 Вывод

Анализируя расчет экономических показателей можно сказать следующее, для реализации данного проекта необходимо капитальное вложение в размере 118731250 млн. тенге. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов, в нашем случае эксплуатационные расходы составили 40243472,5 млн. тенге. Чистая прибыль от внедрения сети составит 47429570 млн. тенге. По результатам расчета, экономическая эффективность проекта без дисконтирования свидетельствует об инвестиционной привлекательности проекта, так как срок окупаемости 2,5 года что меньше нормативный 5 лет.

6 Безопасность жизнедеятельности

6.1 Анализ условий труда

Анализ условий труда на предприятии проектирования системы спутниковой связи является необходимой мерой для обеспечения безопасности работников и сохранности оборудования. В данной главе приводится расчет безопасности жизнедеятельности на предприятии связи. Предполагается, что здание рассчитано для 6 человек. В дневную смену в комнате 1 работают 4 человека: диспетчер по работе с программой, инженер системы передачи данных, начальник отдела, сменный оператор центра управления сетью. В ночную смену в комнате 1 работает сменный оператор центра управления сетью. В комнате 2 находится оборудование,

используемой в работе работников и 2 места для специалистов. Так же имеются уборные для мужчин и женщин. План приведен на рисунке 6.1.

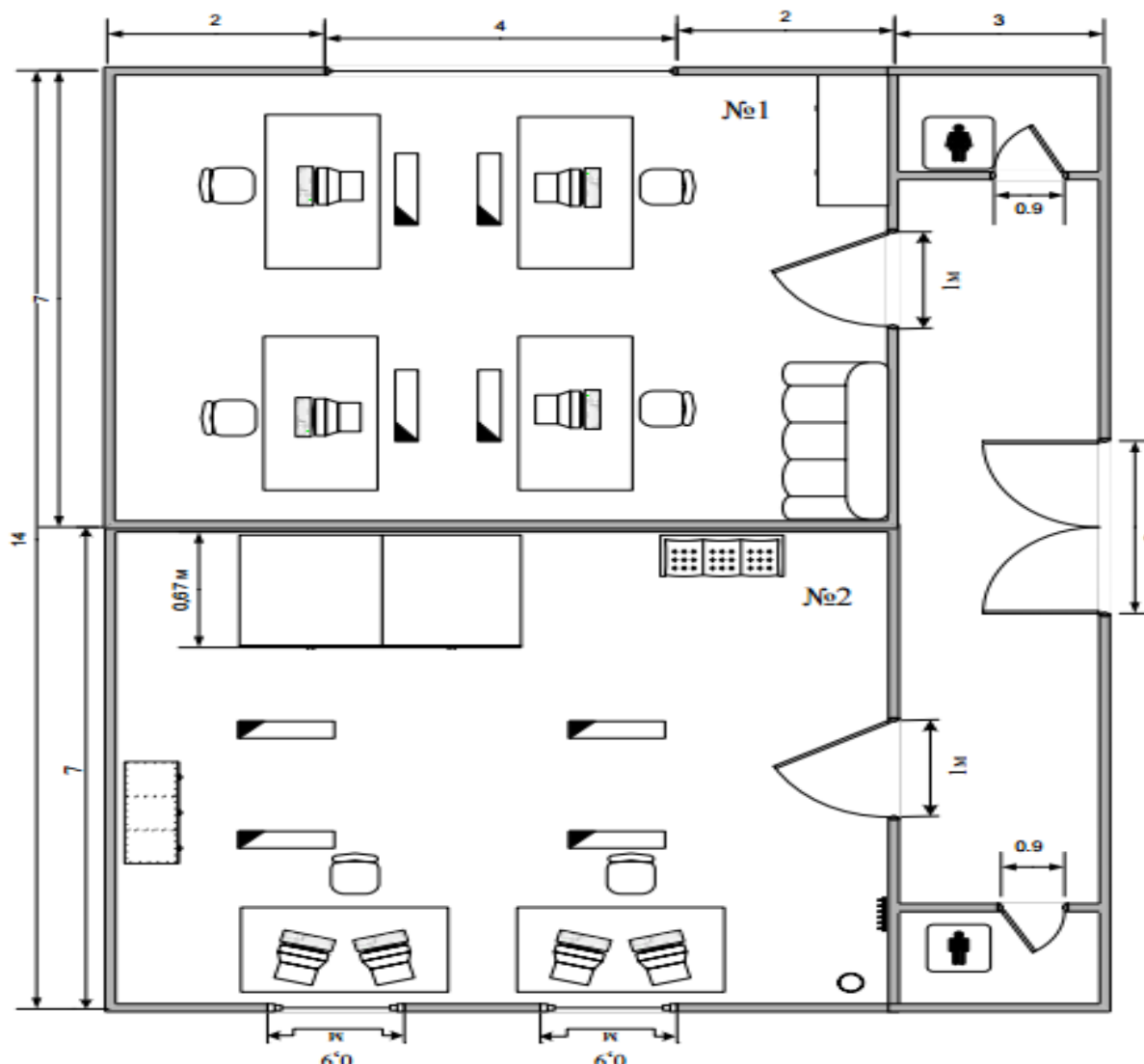


Рисунок 6.1 – Общий план производственного здания

Сервера системы управления являются централизованным хранилищем конфигураций и статистических данных всех сетей, обслуживаемых центральной наземной станцией связи (ЦСЗС). Используется сервер Dell PowerEdge T710 мощностью 1100 Вт. Имеется два блока питания с возможностью горячей замены. Диапазон напряжений: 100—240 В, 50/60 Гц. Сервер T710 устанавливается в стойку Tower (установка в стойку форм-фактора 5U). Габариты корпуса: высота 47 см, длина 73 см, ширина 22 см, весом 35,3 кг. Так же имеется поддержка полного выдвижения системы из стойки для обслуживания основных внутренних компонентов.

Произведём анализ условий труда в помещении 1, прямоугольной формы, представляет собой комнату с одной дверью и четырьмя окнами направленными, общей площадью $S_{ок} = 5 \text{ м}^2$. Размеры помещения составляют

7 х 6 х 3 м. В данном помещении потолок выбелен ($\rho = 0,7$), стены покрашены в белый цвет с коэффициентом отражения $\rho = 0,5$, напольный кафель светлого цвета ($\rho = 0,3$). Искусственное освещение в помещении осуществляется с 62 использованием люминесцентных ламп мощностью 40Вт со световым потоком 3120 лм в светильниках общего освещения (тип светильника – ПВЛМ 2 х 40). В помещении имеется 9 светильника, в каждой из которых по 2 две лампы - это 55 лк. Для обеспечения работы III - го разряда зрительных работ необходимо освещение в 300лк, поэтому необходимо сделать расчет искусственного освещения.

Помимо персонального компьютера в помещении находятся стулья, столы, тумбы.

Схема производственного помещения изображена на рисунке 6.2.

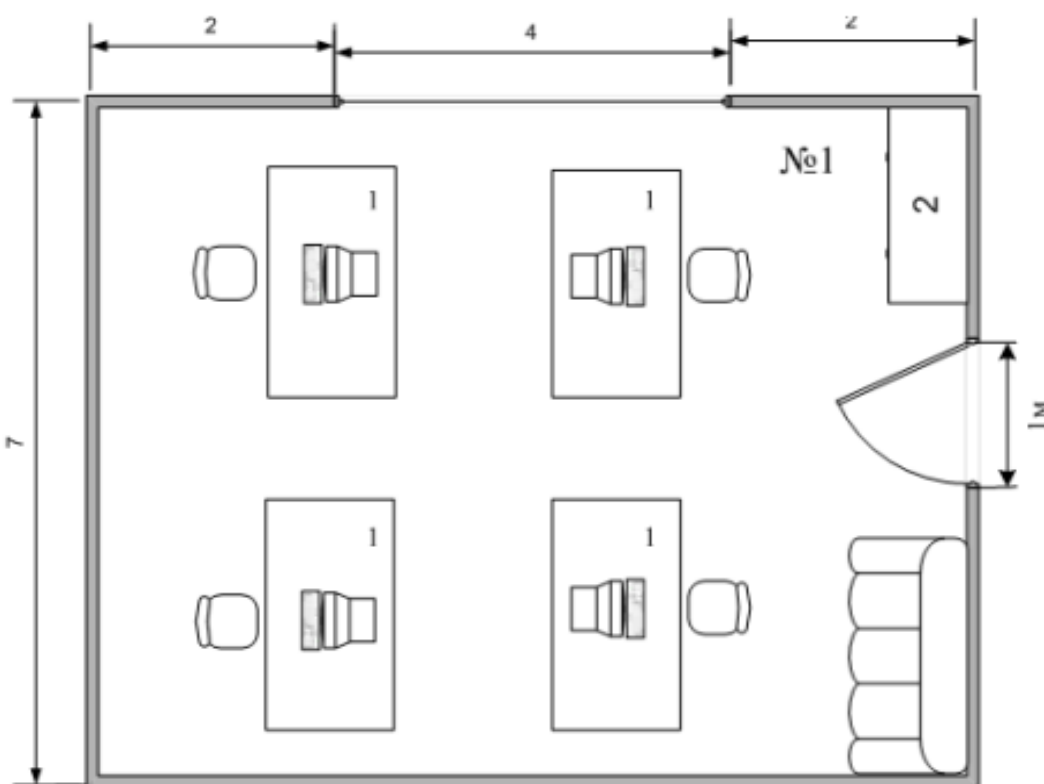


Рисунок 6.2 – Схема производственного помещения №1

- 1- рабочее место специалиста
- 2- шкаф для документации

Персональный компьютер установлен и размещен в соответствии с требованиями условий заводов-изготовителей и настоящих требований.

Для сотрудников созданы комфортные условия труда, такие как рабочее место и состояние внутренней среды помещения, обеспечивающие оптимальную динамику работоспособности, хорошее самочувствие и сохранение их здоровья.

Важным моментом организации рабочего места является определение занимаемой работником площади, которая позволяет удобно

производительно проводить трудовой процесс. Площадь на одно рабочее место – не менее 6 м². В данном помещении на одно рабочее место приходится 14 м² рабочего пространства, а объем составляет 42 м³. Организация рабочего места соответствует требованиям, изложенных в санитарных нормах и правилах.

Категория работы на объекте относится к категории 1б (легкой физической тяжести), то есть производится стоя, сидя или связана с ходьбой и сопровождающаяся некоторым физическим напряжением, при котором выделяется энергия, которая составляет от 140 до 174 Дж·с.

Так как администратор работает в помещении с персональным компьютером, то минимальная освещенность светильника должна быть равна 300 лк. Отсюда следует, что в соответствии со СанПиН РК 2.04-05-2002 работу оператора можно отнести к работе со средней точностью (наименьший размер объекта различения от 0,5 до 1 мм) III -го разряда зрительной работы, со средней контрастностью объекта различения символов на экране дисплеев), с темным фоном (подразряд зрительной работы Б).

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой пользователя, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ПЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека пользователя.

Задача точного отображения различного характера информации (программ и сопроводительных документов) на мониторе компьютера требует активизации внимания. Поэтому здесь следует отметить то, что при работе такого характера, освещение помещений должно быть достаточным. В противном случае, у администратора будут отмечаться значительное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворенность работой, головные боли, раздражительность, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в пояснице, в области шеи и руках. В связи с этим необходимо произвести расчет освещенности рабочего места.

6.2 Анализ системы освещения рабочего места

6.2.1 Расчет естественного освещения

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений судна и других объектов необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение КЕО в соответствии с

требованиями СанПиН РК 2.04-05-2002 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования».

Расчет заключается в предварительном определении площади световых проемов при боковом освещении по следующей формуле

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \times K_3 \times \eta_o}{\tau_o \times r_1}, \quad (6.1)$$

где S_o - площадь световых проемов при боковом освещении, m^2 ;

S_n - площадь пола помещения, m^2 ;

Определим площадь пола:

$$S_n = L \times B, \quad (6.2)$$

где e_n – нормируемое значение КЕО.

Подставим значения в формулу 6.2: $S_n = 7 \times 6 = 42 m^2$

Нормированные значения КЕО e_n для зданий располагаемых в различных районах следует определять по формуле

$$e_n = e_n^N \times m, \quad (6.3)$$

$$e_n = e_n^N \times m = 1,2 \times 0,65 = 0,78$$

где N – разряд зрительных работ;

$e_n^N = 1,2$ - значение КЕО при боковом естественном освещении;

$m = 0,65$ - коэффициент светового климата Алматы в наружных стенах с юга;

$K_3 = 1,2$ – коэффициент запаса при вертикальном расположении светопропускаемого материала.

Глубина помещения при одностороннем освещении

$$l = B - 1 = 6m, \quad (6.4)$$

$$\frac{L}{l} = \frac{8}{6} = 1,3 \text{ и } \frac{l}{h_{расч}} = \frac{l}{(h_{ок} + h_{нок}) - h_{pn}} = \frac{6}{(1+1) - 0,8} = 5,$$

где $\eta_o = 24,12$ - световая характеристика окон;

$h_{pn} = (0,8 \div 1) m$;

τ_o - общий коэффициент светопропускания, определяют по формуле:

$$\tau_o = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4, \quad (6.5)$$

где τ_1 - коэффициент светопропускания материала;

$\tau_1 = 0,8$ – для стекла оконного листового двойного;
 τ_2 - коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема;
 $\tau_2 = 0,6$ – переплеты стальные двойные открывающиеся;
 τ_3 - коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении равен 1;
 $\tau_3 = 0,8$ – железобетонные и деревянные формы;
 τ_4 - коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах;
 $\tau_4 = 1$ – жалюзи и шторы.
 $\tau_0 = \tau_1 \tau_2 \tau_3 \tau_4 = 0,38$.

Определим

$$\frac{L}{l} = 1,3 \text{ и } \rho = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3} = \frac{(70+50+30)}{3} = 50 \% = 0.5, \quad (6.6)$$

$K_{зд}$ - коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями. Так как напротив окон лаборатории отсутствуют здания, то принимаем $K_{зд} = 1$.

$$S_0 = \frac{S_n e_n \eta_0 K_{зд} K_s}{100 \tau_0 r_1} = \frac{42 \times 0,98 \times 24,12 \times 1,2 \times 1}{100 \times 6,25 \times 0,38} = 6,68 \text{ м}^2 \approx 7 \text{ м}^2, \quad (6.7)$$

Теперь разделим полученную площадь одного окна на его высоту и получим:

$$l_{ок} = \frac{S_{ок}}{h_{ок}} = \frac{7}{1} = 7 \text{ м}, \quad (6.8)$$

Таким образом, для обеспечения необходимой освещенности в лаборатории были рассчитаны площадь боковых световых проемов, необходимой для создания нормируемой освещенности на рабочих местах для разряда зрительной работы III, б. Так как в помещении имеются окна площадью $S_{ок} = 4 \text{ м}^2$, а рассчитанное значение площади боковых проемов получилось равным 7 м^2 , то требуются дополнительные источники света, т.е. необходимо провести расчет искусственного освещения.

6.2.2 Расчет искусственного освещения

Для помещений, в которых предусматривается общее равномерное освещение горизонтальных поверхностей, освещение рассчитывают методом коэффициента использования светового потока. По этому методу расчетную освещенность на горизонтальной поверхности определяют с учетом светового потока, падающего от светильников непосредственно на поверхность и отраженного света от стен, потолка и самой поверхности.

Рассчитаем количество светильников методом коэффициента использования, необходимых для создания освещенности в 300 лк, которая является достаточной для обеспечения III -го разряда зрительных работ. Расположение светильников представлена на рисунке (6.3).

Количество светильников можно определить по формуле:

$$N = \frac{S_{\text{помещ}} \times K_s \times Z \times E_n}{F_{\text{л}} \times n \times \eta}, \quad (6.9)$$

где Z – коэффициент минимальной освещенности (отношение средней и минимальной освещенности). В расчетах коэффициент z принимается в пределах $1,1 \div 1,2$;

$n = 2$ – количество ламп в светильнике;

η – коэффициент использования, зависящий от коэффициентов отражения и индекса помещения.

Определим высоту подвеса светильников над рабочим местом

$$h_{\text{расч}} = H_{\text{Помещения}} - H_{\text{Свеса}} - H_{\text{Стол}}, \quad (6.10)$$

где $H_{\text{Помещения}} = 3$ - высота помещения, м;

$H_{\text{Свеса}} = 0$ - высота свеса ламп, м;

$H_{\text{Стол}} = 1,2$ - расстояние рабочей поверхности над полом, м.

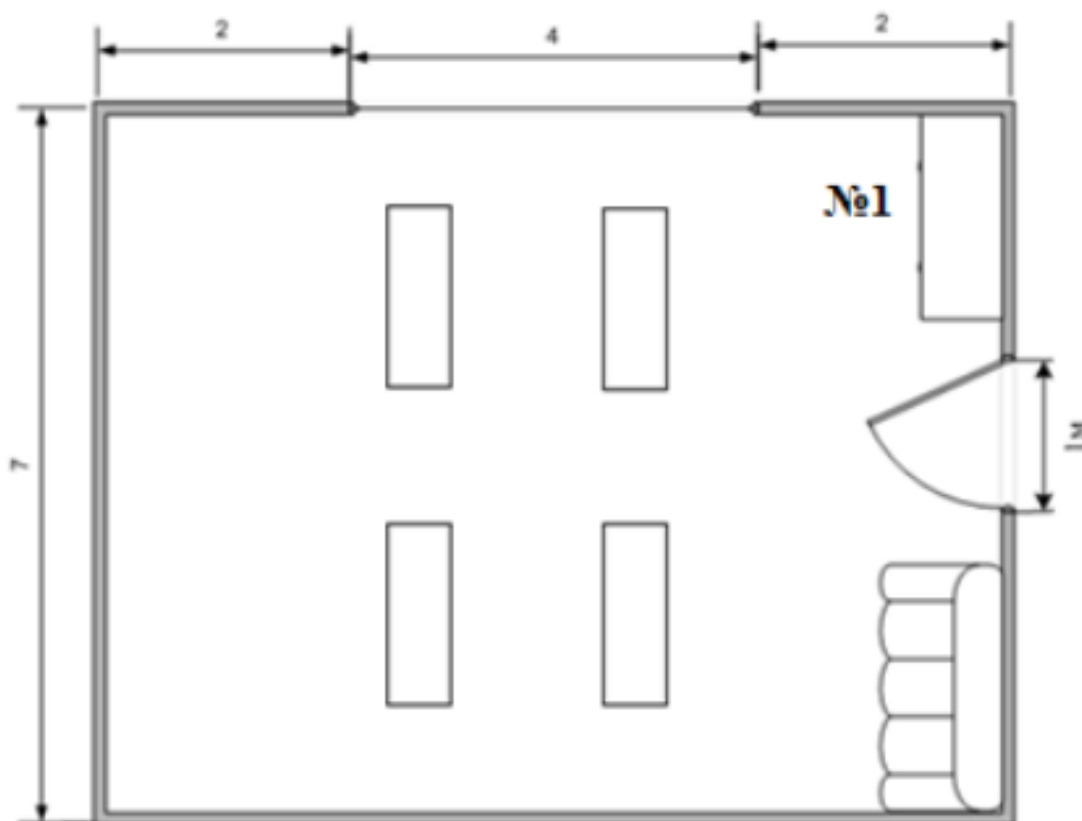


Рисунок 6.3 - Расположение светильников

Подставив все значения, получим высоту подвеса светильников:

$$h_{расч} = 3 - 1,2 = 1,8 \text{ м.}$$

Зависимость η от площади помещения, высоты и формы, возможно, учесть одной комплексной характеристикой – индексом помещения.

Индекс помещения (i) рассчитывается по формуле

$$I = \frac{S_{помещ}}{(L+B) \times h_{расч}}, \quad (6.11)$$

где S, L, B – соответственно площадь, длина и ширина помещения.

Подставим числовые значения в формулу 6.11:

$$I = \frac{42}{(7+6) \times 1,8} = 1,79$$

Таким образом, по полученному индексу помещения определяем по таблице значение $\eta = 0,67$.

Используем люминесцентные лампы мощностью 40 Вт и световым потоком 3120лм. Определим число светильников

$$N = \frac{42 \times 1,5 \times 1,1 \times 300}{0,67 \times 2 \times 3120} = 4,9 \approx 5, \text{ светильника}$$

То есть, для создания освещенности в 300 лк с разрядом зрительных работ III в помещения необходимо установить 10 ламп в 5 светильниках, с типом ламп - ЛБ-40Вт и световым потоком $\Phi = 3120$ лм. Так как изначально в помещении было 8 ламп в 4 светильниках, нам необходимо установить еще 1 светильник с двумя лампами.

6.3 Анализ оборудования

Характеристики оборудования:

Компьютер:

Производитель: PC ALSI.

Процессор: Intel/ Core i3/ 2120.

Частота процессора: 3.3 GHz.

ОЗУ: 2 Gb.

Жесткий диск: 500 Gb.

Операционная система: FreeDOS.

Монитор: HP/ Compaq LE1711/ 17", TFT TN.

Габаритные размеры стола (ШхГхВ): 130х60х75 см.

Светильник ПВЛМ 2х40.

6.4 Анализ микроклимата

В таблице 6.1 приведены оптимальные нормы параметров микроклимата с учетом периода года, согласно ГОСТ 12.0.003-88. ССБТ для легкой физической работы диспетчера.

Таблица 6.1 – 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

Определим необходимое количество кондиционеров для создания комфортных условий труда в помещении.

Для этого определим избыточное тепло.

Баланс теплоступлений в помещении:

$$Q_{\text{изб}} = Q_{\text{об}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} + Q_{\text{р}} + Q_{\text{отд}}, \quad (6.12)$$

где $Q_{\text{об}}$ - тепло, выделяемое производственным оборудованием;

$Q_{\text{осв}}$ - теплоступление от осветительных приборов, оргтехники и оборудования;

$Q_{\text{л}}$ - теплоступления от людей;

$Q_{\text{р}}$ - Теплоступление от солнечного излучения через остекление;

$Q_{\text{отд}}$ - теплоотдача естественным путём, ккал/ч. Тепло, выделяемое производственным оборудованием:

$$Q_{\text{об}} = 1000 \times P_{\text{об}} \times \eta, \quad (6.13)$$

где 1000 - тепловой эквивалент 1 кВт/ч;

$P_{\text{об}}$ - мощность, потребляемая оборудованием, кВт/ч;

η - коэффициент перехода тепла в помещение.

$$Q_{\text{об}} = 1000 \times 2,5 \times 0,95 = 2375, \text{Вт}.$$

Значение $\eta = 0,95$ – норма потерь потребляемой мощности на тепловыделения компьютерного оборудования.

Тепло, выделяемое осветительными установками:

$$Q_{осв} = F_{пол} \times \eta \times N, \quad (6.14)$$

где $F_{пол}$ – площадь пола, $F_{пол} = 56 \text{ м}^2$;

$\eta = 0,5$ – норма потерь потребляемой мощности на тепловыделения люминесцентных ламп;

N – расходуемая мощность светильников, кВт.

$$Q_{осв} = 42 \times 0,5 \times 57 = 1197, \text{ Вт}$$

Тепло, выделяемое людьми:

$$Q_{л} = n \times q_{ч}, \quad (6.15)$$

где $q_{ч}$ – количество тепла, выделяемое одним человеком;

n – количество людей.

$$Q_{л} = 4 \times 12 = 48, \text{ Вт}$$

Тепло, вносимое солнечной радиацией:

$$Q_p = A_{ост} \times F \times q_{ост}, \quad (6.16)$$

где $A_{ост}$ – коэффициент остекления;

F – площадь одного окна, м^2 ;

$q_{ост}$ – солнечная радиация через остеклённую поверхность, т.е. количество тепла, вносимое за один час через остеклённую поверхность площадью 1 м^2 .

Для окна с двойным остеклением с деревянными переплетами $q_{ост} = 100$ (окна выходят на север, Алматы находится на широте 43° сев. широты). Количество окон равно 4. Площадь окон равна 1 м^2 . Поставим все значения в формулу 6.16

$$Q_p = 1 \times 1 \times 100 = 100, \text{ Вт}$$

Для тёплого периода года при расчётах можно принять $Q_{отд} = 0$.

$$Q_{изб} = 2375 + 1596 + 48 + 100 = 4119, \text{ Вт}$$

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

$$L_b = \frac{Q_{изб}}{C_b \times \Delta t \times \gamma_b}, \quad (6.17)$$

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

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

$$\Delta t = t_{вых} - t_{вх}, \quad (6.18)$$

где $t_{вых}$ – температура воздуха выходящего из помещения, °С;

$t_{вх}$ – температура воздуха поступающего в помещение, °С;

$\gamma_b = 1,206 \text{ кг/м}^3$ – удельная масса приточного воздуха.

Величина Δt при расчётах выбирается в зависимости от теплонапряжённости воздуха:

$$Q_H = \frac{Q_{изб}}{V_H}, \quad (6.19)$$

$$Q_H = \frac{4119}{168} = 24,51 \text{ ккал/м}^3.$$

Если теплонапряжённость воздуха $Q_H < 20 \text{ ккал/м}^3$, то принимают $\Delta t = 6^\circ\text{С}$, а при $Q_H > 20 \text{ ккал/м}^3$, $\Delta t = 8^\circ\text{С}$.

$$L_b = \frac{4119}{0,24 \times 8 \times 1,206} = 1778,86 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Существующий кондиционер AUX ASW-(H)24B4/ EQ кондиционер имеет расход воздуха $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$. Определим требуемое количество таких кондиционеров, подставив значения в формулы (6.20):

$$N = \frac{L_b}{P} \quad (6.20)$$

$$N = \frac{1778,86}{2000} \approx 1, \text{ кондиционер}$$

В результате проделанного расчета выбран кондиционер AUX ASW-(H)24B4/ EQ, в количестве 1 единицы.

Характеристики кондиционера AUX ASW-(H)24B4/ EQ:

- мощность охлаждения / обогрева: 7000/7700 Вт;
- производительность по воздуху: $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$;
- размер блока: 1095x312x205 мм;
- площадь: до 70 м^2 ;

Достоинства кондиционера AUX ASW-(H)24B4/ EQ:

- охлаждение воздуха;
- автоматическое поддержание заданной температуры;
- очистка воздуха от пыли;
- вентиляция;
- уменьшение влажности воздуха;
- изменение скорости движения направления воздушного потока;
- воздухообмен с окружающей средой.

6.5 Меры защиты от действия электромагнитных полей ВЧ и СВЧ и характеристика источников ЭМП в СССР

В радиовещании спутниковой связи применяются электромагнитные излучения. Источниками излучений являются генераторы электромагнитных колебаний различных радиотехнических устройств, линий передач от генератора к антенне, антенны и др. Излучения могут проникать через различные отверстия и неплотности в ограждениях, смотровые и рабочие окна.

Степень биологического воздействия ЭМП зависит от частоты колебаний, напряженности и интенсивности поля и длительности его воздействия.

Систематическое облучение может оказать неблагоприятное воздействие на организм человека, выражающееся в нарушениях функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой системы.

Электромагнитное поле как совокупность переменных электрического и магнитного полей оценивается векторами напряженностей электрической E , В/м, и магнитной H , А/м.

6.6 Расчёт безопасного расстояния с учётом норм длительного и кратковременного пребывания персонала под облучением

Среди технических мер защиты от воздействия радиоизлучений наиболее широко распространён метод защиты расстоянием, т. е. организацией защитных зон, обеспечивающих безопасное нахождение за их пределами обслуживающего персонала и населения. Применительно к радиоизлучению плотность потока энергии (ППЭ) в волновой зоне характеризуется количеством энергии, приходящейся на единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны за одну секунду. Приближенно:

$$\text{ППЭ} = PQ/4\pi R^2, \quad (6.21)$$

где P – излучения мощности на выходе антенны, мкВт;
 Q – коэффициент направленности антенны;
 R – расстояние до излучателя, м.

В диапазоне частот 1-2,5 Гц на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, связанного с воздействием ЭМП, интенсивность излучений не должна превышать допустимое значение.

В диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, связанного с воздействием ЭМП, оно оценивается по предельной допустимой плотности потока энергии

$$\text{ППЭ} = W/T, \quad (6.22)$$

где W – нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм человека, $2 \text{ Вт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$; T – время пребывания в зоне облучения, часы.

С целью предупреждения недопустимых облучений человека ВЧ и СВЧ санитарными правилами определены предельно допустимые величины облучения сверхвысокочастотной энергией на рабочих местах, оцениваемые интенсивностью облучения, выражаемой в величинах плотности потока средней мощности в пространстве данного участка. Интенсивность облучения не должна превышать предельно допустимые величины:

- а) при облучении в течение всего рабочего дня – не более $0,01 \text{ мВт}/\text{см}^2$;
- б) при облучении не более 2 ч за рабочий день – не более $0,1 \text{ мВт}$
- в) при облучении не более 15-20 минут за рабочий день – не более $1 \text{ Вт}/\text{см}^2$.

Санитарными правилами установлена обязательная периодичность проверки уровня плотности потока мощности на рабочих местах, создаваемого источником СВЧ излучения. Измерения должны проводиться не реже одного раза в год, а также после каждого нарушения защитной экранировки установок СВЧ и при каждом изменении условий труда.

Интенсивность электромагнитных полей (ЭМП) измеряют на рабочих местах на уровне 0,5; 1,0 и 1,5 м от пола, причем в зоне индукции измеряют электрическую и магнитные составляющие, а в волновой зоне и в зоне дифракции – среднюю по времени плотность потока мощности. Напряженность электрического поля измеряют дипольной антенной, присоединяемой к входу измерителем посредством симметрирующего устройства.

Магнитную составляющую поля измеряют посредством рамочной антенны. Измерения интенсивности излучения должны производиться работником производственной лаборатории или лицами, назначенными руководством предприятия и прошедшими специальное обучение. Измерения производятся в присутствии руководителя производственного подразделения или его заместителя и представителя цехового комитета профсоюза. Измерения должны выполняться при максимально используемой мощности излучения и включении всех одновременно работающих источников высокой частоты. Результаты измерений заносятся в протокол, который хранится у администрации.

6.7 Выбор средств защиты

К основным методам защиты от ЭМП относятся: защита временем и расстоянием, ослабление мощности излучения ЭМП. Если своевременно устранять места излучения в волноводах и фидерах, а также уменьшать отраженную волну за счет согласования нагрузок; за счет правильного выбора режима работы оборудования и персонала позволяет уменьшить время пребывания человека в зоне действия ЭМП; использование дистанционного управления оборудованием позволяет персоналу выполнять свои функции, находясь вне зоны действия ЭМП; установкой на пути движения ЭМП между источником его и рабочим местом отражающего или поглощающего экрана; а также применением индивидуальных средств защиты.

6.8 Организационные меры безопасности при работе с источниками ЭМП

Организационные меры защиты заключаются в рациональном устройстве помещения, рабочих мест, режиме труда и отдыха и использование индивидуальных средств защиты.

Помещения высокочастотных установок оборудуют общеобменной вентиляцией, при этом во избежание высокочастотного нагрева воздухоприемники изготавливают из неметаллических материалов, стойких к температуре, - асбоцемента, текстолита. Размеры рабочего места определяются особенностями технологического процесса. Персонал, обслуживающий установки ВЧ и СВЧ, проходит специальную подготовку с последующей проверкой знаний квалификационной комиссией и присвоением квалификационной группы.

Основные меры защиты от воздействия ВЧ и СВЧ излучений сводятся к уменьшению излучения непосредственно в самом источнике излучений (в антенне, открытом волноводе и т. д.); экранированию источника излучения; экранированию рабочего места у источников излучения или удалению рабочего места от него; индивидуальным средством защиты. В зависимости от типа источника излучений, его мощности, характера технологического процесса применяют один из указанных методов защиты или любую комбинацию. Средства защиты не должны вызывать существенных искажений ВЧ поля у антенн.

Персонал, обслуживающий аппаратуру, мостовые сооружения, антенно-волноводные устройства и подъемные механизмы АМС подвергается различным опасностям. Поэтому во время работ необходимо пользоваться спецодеждой, предохранительными приспособлениями и инструментами с изолированными ручками, устраивать временные и постоянные ограждения, применять электрическую и механические блокировки.

Действующее высокочастотное оборудование, закрывают крышками, дверками и другими приспособлениями, уменьшающими облучение персонала токами сверхвысокой частоты. Двери в технических службах держат всегда закрытыми и снабжают надписями запрещающими вход посторонним лицам.

В помещении, где производится настройка, испытание и эксплуатация оборудования СВЧ, разрешается находиться только лицам, связанным с его обслуживанием. При настройке и испытаниях установок СВЧ технический персонал пользуется средствами защиты от поражения электрическим током и от облучения СВЧ. Все изменения в схемах, разборка и сборка высокочастотного тракта и антенно-фидерных устройств и устранение неисправностей выполняются только при обесточенной аппаратуре. Открытый конец волновода или антенны по направлению к её оси при работе в режиме излучения осматривают в крайних случаях и обязательно в специальных защитных очках с металлизированным покрытием. Волноводы разрешается разбирать, собирать и осматривать только при выключенном высокочастотном оборудовании. При измерении коэффициента стоячей волны в волноводах и коаксиальных кабелях необходимо применять эквивалент антенны.

Антенно-мачтовые сооружения проектируются и сооружаются с учетом технических мер, обеспечивающих безопасность при их эксплуатации. Все мачты высотой более 35 м имеют устройства для подъема верхолазов, а также систему сигнального освещения.

Мачты и башни ССС с расположением оборудования на высоте в кабинах или этажах снабжены вертикальными лестницами и лифтами. Для обслуживания оборудования этих станций технический персонал должен иметь удостоверение на право пользования лифтом и разрешение медицинской комиссии о допуске к работе на высоте.

Для безопасного подъема по лестнице нужно иметь обувь с нескользкой подошвой, хлопчатобумажные рукавицы и плотно пригнанную одежду. При групповом подъеме соблюдают определенную последовательность; очередной работник должен подниматься только после закрытия люка на вышерасположенной площадке. Для безопасного подъема и спуска по вертикальным лестницам и в лифтах разрабатывают специальные инструкции с учетом особенностей конструкции мачт и башен.

Работы на АМС (антенно-мачтовые сооружения) должны выполняться не менее чем двумя мачтовиками, один из которых является наблюдающим.

Перед работой на антеннах сооружений старший по смене должен осуществить допуск бригады, предварительно выполнив технические мероприятия согласно наряду или распоряжению.

Для работы на антенных площадках и для замены светильников сигнального освещения мачт выключают рубильник сети сигнального освещения и вывешивают на нем предупредительный плакат: «Не включать! Работают люди».

Опасная зона вокруг антенной мачты определяется при эксплуатации и ремонте расстоянием от центра антенны, равным радиусу антенны.

При работах на мачте, в опасную зону разрешается входить только лицам, непосредственно связанным с работой, при условии использования защитных касок и предохранительного пояса.

Подъем людей на АМС запрещается:

- а) при неснятом напряжении свыше 42 В;
- б) при неблагоприятных условиях погоды (гололед, дождь, ветер и т. д.);
- в) при не пристегнутом к люльке карабине предохранителя пояса;
- г) в темное время суток;
- д) на подъемном устройстве, срок очередного испытания которого истек;
- е) на бракованных канатах.

Заключение

Быстрое развитие и широкое внедрение систем автоматизации технологических процессов в различных отраслях производства охватил и электроэнергетику. Для контроля и аварийного управления распределительными электрическими сетями в настоящее время активно используются системы дистанционного мониторинга.

В данном дипломном проекте выполнено проектирование спутниковой системы сбора и передачи телеметрических данных для компании «КЕГОС». На основе проведенного анализа сети компании и возможность стыковки системы с системой SCADA предлагается построить систему передачи на основе низкоорбитальной системы GlobalStar или на базе геостационарного спутника KazSat2.

Для уточнения технических характеристик выбираемой аппаратуры были выполнены расчеты необходимой мощности передатчика, чувствительности приемника и других параметров. По результатам расчетов выбрано оборудование Quake Q-Pro для геостационарных ИСЗ и Qualcomm GSP 1620 – GlobalStar.

В разделе безопасность жизнедеятельности приведены расчеты микроклимата и освещения.

Составленный бизнес-план проекта подтверждает экономическую эффективность предложенного решения.

Список литературы

- 1 Журнал "Технологии и средства связи" №1, 2012. Перспективы развития спутниковой связи на основе геостационарных спутников.
- 2 Слюсар В.И. Цифровые антенные решетки в мобильной спутниковой связи // Первая миля - 2008, № 4, С. 10-15.
- 3 Гениатулин К.А., Носов В.И.. Частотно-территориальное планирование системы подвижной спутниковой связи с зональным обслуживанием // Вестник СибГУТИ: научный журнал. – Новосибирск, 2011. № 1.
- 4 Алипбаев К.А., Елубаев С.А., Джамалов Н.К., Бопеев Т.М., Сухенко А.С. Модель датчика горизонта земли. – Материалы международной конференции «Космос на благо человечества – взгляд в будущее», 6-7 января 2011 г., г. Астана. – с. 132-134.
- 5 Андрусевич Л.К. Антенны и распространение радиоволн.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006.
- 6 Искусственные спутники Земли: Учебное пособие/ И.Д. Козин, И.Н. Федулина; АУЭС. Алматы, 2013, - 80 с. ISBN 978-601-7327-88-0
- 7 Власов И.Б. Глобальные навигационные спутниковые системы.- М.: Рудомино, 2010.
- 8 Севастьянов Н.Н., Бранец В.Н., Панченко В.А., Казинский Н.В., Кондранин Т.В., Негодяев С.С. Анализ современных возможностей создания малых космических аппаратов для дистанционного зондирования Земли. // Труды МФТИ № 3, том 1. – 2009. – с. 112-125.
- 9 Сомов А.М. Расчет антенн земных станций спутниковой связи.-М. «Горячая линия-Телеком», 2011.

- 10 Ракишева З.Б., Алипбаев К.А., Сухенко А.С. Анализ этапов разработки нано спутника. // Первый международный
- 11 Джолдасбековский симпозиум. Казахстан, Алматы, 1-2 марта 2011 г. – с
- 12 Кислицын А.С. Корпоративные спутниковые информационные сети на основе VSAT-технологий. Методология построения.-М.: «Радиотехника»,2007.
- 13 Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование. – М: Бином, 2000. – 558 с.
- 14 URL: <http://www.kegoc.kz/>
- 15 URL: <http://www.kazpravda.kz/fresh/view/kegoc-raskrit-kadrovii-potentsial--znachit-dobitsya-uspeha/>
- 16 URL: <http://www.kegoc.kz/invest/reporting/fin>
- 17 URL: <http://www.cosmos-journal.ru/articles/686/>
- 18 URL: www.cubesat.auc.dk
- 19 URL: [en.wikipedia.org/wiki/Packet radio](http://en.wikipedia.org/wiki/Packet_radio)
- 20URL: www.dynacon.ca/index
- 21 URL: www.astrofein.com