МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

PaquoTexmuna

	«Допущен к защите»
	Заведующий кафедрой
	OF STIOXUH B.B. L. T. H. , goyan
	Ф.И.О., ученая степень, звание)
	——————————————————————————————————————
	(подпись)
Д	ИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ
Ha TEMY: Pukcayu	26Bee agreur
C NOUNDURAN 3	2: Chan a control ky child
- augus	Geber anderen
	With the state of
Специальность <u>5130419</u>	3-Радиоченица, эпектроница, Гелеконнушина
	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Выполнил (а) Шаре	илова М.Г <u>НРТ-20-02</u> лия и инициалы) группа
Фами	Сиприлини и кип
Научный руководитель	Рутгом 3ер О. З. 9, т. и., мрофессов (Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Vouce Ti ma von	(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
Консультанты:	
по экономической части:	
Бабаг А.А., ст. м	penogabasenb
(Фамилия и инициал	ы, учения степень, звание)
fsesse	ely " 23 " slad 20/4r.
(подпись)	
по безопасности жизнедеят	ельности:
Carayona T.C., R.	T.H., goyetex
Санот Обст 7.С. к.	л, ученая степень, звание)
(подпись)	« 23 » cerdal 20/4 r.
ПО Применению вычислител	выной техники.
REPOLEKOR AA GOLEO	b5
Керпиков А.А. догре (Фамилия и инициальн	ученая степень звание)
In und	«29 » Has 2014r.
(подпись)	«29 » ная 2014г.
,	
Нормоконтролер: <u>Мана</u>	berer U.B. cm. npenogatermens
	Фамилия и инициалы, ученая степень звание)
	MMM - « 29 » Mad 2014
Daviere com.	(подпись)
Рецензент:	
	(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
	« <u>»</u> 20 г.
	(подпись)
	Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Радиочехники телегольний годания
Специальность 5/30319 - Ради оконичество заправления
Факультет Радиочехники, телекомиции казди и свози Специальность 5100119 - Радиочелиций, элекуровика учелеконнукиму кафедра Радиочехники
ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломного проекта
Студент Шаринова Аврурь Газизовна
(фамилия, имя, отрество)
Тема проекта Риксация порвинито обзекта на шосо
C roughts 2'6Bee ducteur
утверждена приказом ректора № <u>115</u> от « <u>29</u> » сентября 20 <u>/3</u> г.
Срок сдачи законченной работы «»
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатор
проектирования (исследования) и исходные данные объекта
10k + a Michael Crusa buten &: I = 26.4 HA Kourrers to the two of a trans
HOL KENETO WIEL NEL KOMICONO BISTOD ANSOLUDO A PROMINIO
Guanes D'Aborda: d= d= = 0,005 N' hady uc ausonula international
= CCBM; papaya auxerius spremuna: 12 = 0,05m; sacrora
Byannegers & his : f = 2,4 rry!
Геречень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или
краткое содержание дипломного проекта:
Оугнивь состояние проблени, свизанила с
· prescaures rophysher of selepob;
1342476 Texturecrere garriere 4 ocosephoca, 2:6Bee;
Parecurais Lapanerpor 2,6Bee archeur
Jannon consense exterensions non- for manny
personal external years real to dement
bezonecowosh xuzhegerrentrway
2) GBEE CUCLEURO GUE openagen roglagues of Leisob
GIGISTE CUCYEURO GUES opurcayen raphypusix offersol

Pyrengu	DHank	May	evelie	a spiece	ausley	wale	excers	057	FOR
Phozoson	165	Lbor	baNMC	peepl	iui	varice			
Thatuk	3ale	, clin	och	MOUKEDON		bacco		At 1 is	
Duarpa	yres)	Keep	pagnece	emoders 2			boxuru	1 420	ay
okopara				·			0	U	
Bleeeplee	es le	PU	yer-4	o Tructo	Sky				
Specegra	(3)	de g	Johns	Luclase	ioso		SOAD ?	acros	h .
Cycury	briske	cob	Lapier	now tro	rejorb	8 Z. Ar	nucin		
Durpeer	ujogo	exueo	ujein	geonya	ayur	Xeesne	page	gas	
				V	V		/ (/	
· ·								· ////	
							<u> </u>		
Рекоме	илуемая	основі	190 пите	Pnatvna		1.			
01870u or oxyd 000648	Jep. K	yus H. Py	ggenro.	reportozo u B.A. Ca	whered	5q,-H.:	Uzgasen	607601	194
of priger op origer obo642 Work	benby	yours H. Py T. Cu	demo damo	RETD 1000	mende mos a	ounce	Uzgaien H-M:Mi	607601 ub.ac	194
of brown op original opo 648 Walpa Crango	tep 10	yours H. Py T. Cu	demo damo	reportozo u B.A. Ca	mende mos a	ounce	Uzgaien H-M:Mi	607601 ub.ac	134
Of bright of bright occ 648 Web Crange EEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RFID KUN E-206M	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	131, 26 2014
ABTOUR of priyer abo 648 West Crange FEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RETD 1000	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	131, 26 2014
Of project of project occ 648 Weep Crange FEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RFID KUN E-206M	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	131, 26 2014
of Brown of princh obo648 Wesp Crange FEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RFID KUN E-206M	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	194 26 2014
of Brown of princh obo648 Wesp Crange FEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RFID KUN E-206M	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	131, 26 2014
of Brown of princh obo648 Wesp Crange FEEE, 2014	benby	13 (12) 1. Cu 2.15.4	SIGISE SIGISE	RFID KUN E-206M	wheteof Skos or Uzg	Ounod Chenter	Uzgasen N-MM Vo Copy	60561 4,001 1,94+	194 26 2014

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
Bornenbucy rexulting	Kynuxob A.A.	05.04-29.05.14	
5230 nacreoch xuzleaget.	Canasoba F. C.	01.04-230514	alex_
Dromaneure cras raich	Badyz A.A	01:04-23.05.14	bafeer
Hopmonoringione	danoberno U.B	29.05.20V	Am
Ocieobras Call	PyTRAW P 03	30 OC, 2014	Ch
	0		
·			

$\Gamma \ \, P \, A \, \Phi \, H \, K \\ \text{подготовки} \ \, \text{дипломного проекта}$

№ 1/11	Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления	Примечание
1	Ucchepobalme conjunct	руководителю 28.02-24.03.142	The same of the sa
	rposticues.		
<u> </u>	13 yrand rexturrating gamme	25.03-14.04.142	
	GOCOSEHHOOGY ZIGBEE		
3,	Pacoutars naxinesper 2,615EE	18.045.05.142.	
٠ ۲.		6.05-23.05.142	
	Alpharaence Cuciano	5 2 3.65, H Z	
5	Beganacroch xublespertensway	01.04 -2305.142	
<u>.</u>	TEXTURE OF THE TOTAL CONTROLLER	01.04-23.05.142	
	Moerry planers 26bee austain		
	gus purcayun replesherx		
	at sery Us.		
			The second secon
			The second secon
_			

Дата выдачи задания	« <u></u> »_	20r.
Заведующий кафедрой		
	(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Руководитель	CA	Pyraysep 0.3.
	(подпись)	(Фамилия и инициалы)
Задание принял к испол студент	нению	Mapienosa M.T.

Аннотация

Темой данного дипломного проекта является фиксация подвижных объектов с помощью ZigBee системы. Дипломный проект содержит введение, в котором кратко формируется основные предпосылки к выполнению данного проекта. Историю появления ZigBee.Расчет параметров ZigBee системы. Оценка запаздывания сигнала 2 антенн различного расположения. Описание технологии ZigBee и ее реализация на дороге, разделы затрагивающие вопросы экологии и техники безопасности, расчеты экономической эффективности инвестиций в проект, а также специальную часть.

Андатпа

Берілген дипломдық жобаның тақырыбы ZigBee жүйесiнiң көмегiмен қозғалмалы объектiлердi тiркеу болып табылады. Дипломдық жобаның кiрiспесi қысқаша берiлген жобаны орындайтын негiзгi алғышарттардан құралады. ZigBee жүйесiнiң пайда болуы. ZigBee жүйесiнiң параметрлерiнiң есебi. Әр түрлi жағдайда орналасқан екi антеннаның кешiгуiн бағалау. Жоба ZigBee технологиясының сипаттамасы және оны жолда жүзеге асыру, экология және қауiпсiздiк техникасын қозғайтын, жобаға салынған инвестицияны экономикалық тиімділігін есептейтін, сонымен қатар арнайы бөлімнен құралады.

Содержание

Введение	10
1 Состояние проблемы	11
1.1 Дорожный затор	11
1.2 Актуальность проблемы в городе Алматы	13
1.3 Системы определения местоположения	15
1.4 Изобретения связанные с оценкой движения	
1.5 Цели и задачи дипломного проекта	32
2 Технические данные и особенности ZigBee	
2.1 Описание модели OSI сети ZigBee	
2.2 Формирование сети ZigBee	
2.3 Методы доступа к каналу связи	41
2.4 Выводы	
3 Расчет параметров ZigBEE системы	
3.1 Расчет энергетической дальности системы	
3.2 Связь в дальней зоне поля	
3.3 Оценка запаздывания сигнала 2 антенн различного расположения	
3.4 Выводы	
4 Реализация предлагаемой системы	58
4.1 Общий вид структуры фиксации подвижных объектов и ее реализация	
4.2 Оборудование для реализации предлагаемой системы	
4.4 Выводы	
5 Безопасность жизнедеятельности	
5.1 Анализ экологической обстановки в г.Алматы	
5.2 Сравнительный анализ выбросов парниковых газов автомобилей	
различного типа	66
5.3 Влияние режима работы автомобиля на токсичность отработавших газо	
1 1	
5.4 Рекомендации по снижению выбросов от автотранспорта:	74
6 Технико-экономическое обоснование проектирования ZigBee-системы дл	
фиксации подвижных объектов	
6.1 Цели и задачи проекта	
6.2 Финансовый план	
6.3 Оценка эффективности инвестиционного проекта со стороны социальн	
направленности	
6.4 Выводы:	
Заключение	
Список литературы:	
Приложение А	
Приложение Б	

Введение

В загруженность автомобильных настоящее время дорог стала глобальной проблемой. Особенно сильно она ощущается в крупных городах, мегаполисах, места, где на каждом перекрестке установлены светофоры, с заданным временем. Ученые подсчитали, что житель крупного города тратит полгода своей жизни на ожидание зеленого цвета светофора. Также человек, добираясь до места работы, тратят большое количество времени, нервов; что в последствии приводит к замедлению работы на предприятии, так возрастает то есть происходит не рациональное использование число опозданий, Для решения данной проблемы в ряде городов человеческих ресурсов. внедряются системы автоматизированного мониторинга дорожного движения, позволяющие разгрузить дорогу, то есть уменьшить число машин, ждущих переключения светофора, а именно на том участке дорог, который в этом нуждается.

В ходе работы по построению модели беспроводной сети мониторинга дорожного движения основой была выбрана технология ZigBee IEEE 802.15.4, ввиду её соответствия требованиям по скорости передачи данных и энергопотреблению, а так же низкой стоимости оконечных устройств. Протокол ZigBee является открытым стандартом для беспроводной маломощной связи устройств, контроля и управления.

Актуальность дипломной работы заключается в том что в настоящее время возникает трудности получение информации о подвижных объектах на шоссе. В связи с этим диплом решает данную проблему, а именно с управлением шоссе, и получать данные о количестве машин, их расположение на данном шоссе. Требуется создать энергоэффективную сеть с простой топологией. Проведение эксперимента на практике сопряжено с немалыми трудностями, ввиду необходимости наблюдения реального участка дороги и возможности установки над дорожным полотном сетевого оборудования.

1 Состояние проблемы

1.1 Дорожный затор

Дорожный затор, или автомобильная пробка — скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги. При образовании затора значительно (до 20 раз и более) снижается пропускная способность участка дороги. Если прибывающий поток транспорта превышает пропускную способность участка дороги, затор растёт лавинообразно [1].

Причиной пробок на дорогах является повышение плотности потока автомобилей в результате поступления потока машин, превышающего их пропускную способность из-за увеличения потока или снижения пропускной способности дороги. Увеличение притока машин может быть вызвано:

- 1) Массовыми сезонными миграциями населения к местам отдыха и обратно.
 - 2) Ежедневными поездками на работу и обратно.
 - 3) Появление потока машин в объезд места перекрытия дорог для проезда кортежей или для проведения массовых мероприятий без своевременного предупреждения населения.

Все эти факторы имеют случайный характер по времени появления и интенсивности.

Причины сокращения пропускной способности делятся на постоянные и случайные.

Постоянные причины снижения пропускной способности:

- 1) Неправильная конструкция дороги.
- 2) Наличие резких сужений, вызывающих появление нерегулируемых пересечений траекторий с низкой пропускной способностью.
- 3) Наличие изломов дороги, вынуждающих водителей снижать скорость для совершения манёвра.
- 4) Отсутствие дополнительных полос разгона и торможения транспортных средств, совершающих повороты и въезд на дорогу.
 - 5) отсутствие «карманов» для остановок общественного транспорта.
- 6) Наличие нерегулируемых перекрёстков, въездов и пешеходных переходов.
- 7) Наличие перекрестков с круговым движением, являющихся нерегулируемыми перекрестками для потоков автомобилей.
- 8) Стоянки и остановки автомобилей на проезжей части вне специальных карманов.
- 9) Наличие светофоров с большим количеством фаз работы и малой длительностью фаз.
- 10) Несогласованность работы светофоров, приводящая к остановкам транспорта на всех перекрестках.

Негативные последствия заторов [1]:

- 1) Резкое снижение пропускной способности дороги.
- 2) Нарушение работы экстренных и оперативных служб.
- 3) Общее увеличение времени в пути, приносящее экономический ущерб из-за потери времени, опозданий;
 - 4) Непредсказуемость времени в пути;
 - 5) Увеличение расхода топлива, выброса вредных веществ;
 - б) Увеличение износа автомобилей;
 - 7) Увеличение шума;
 - 8) Стресс водителей и пассажиров;
 - 9) Увеличение аварийности;

Предотвращение заторов[1].

Меры предотвращения заторов можно свести к следующим категориям: увеличение пропускной способности, регулирование доступа к дорогам, и предотвращению ситуаций, приводящих к возникновению и развитию заторов. Не все меры предотвращения заторов подходят для любых ситуаций: те или иные меры в некоторых случаях могут быть не только неэффективны, но и давать противоположный эффект.

- 1) Налаживание работы общественного транспорта, в особенности внеуличного. Общественный транспорт имеет большую провозную способность, чем личный. Но для того, чтобы жители чаще пользовались общественным транспортом, необходимо обеспечить достаточное удобство пользования, включая, комфортные условия поездки, оптимальное расписание, достаточную скорость движения и стабильность работы.
 - 2) Усовершенствование перекрёстков
- 3) Отдельные полосы движения для транспорта, имеющего большую эффективность перевозки:
 - общественного транспорта;
- автомобилей с несколькими пассажирами (например, использующих метод совместных поездок на работу, carpool);
 - мотоциклов, мотороллеров и велосипедов;
- 4) Полосы с переменным направлением (реверсивное движение), которые в часы большой нагрузки могут «расширять» дорогу. Направление движения регулируется световыми сигналами или механическими ограждениями.
 - 5) Уменьшение количества перекрёстков (примыканий):
- Дополнительные полосы движения на дороге для разгонов и замедления движения машин, поступающих или сворачивающих на примыкающие дороги;
- на многоуровневых развязках при отсутствии возможности оборудовать полосы разгона и перестроений конструктивно отделить полосы для съездов от полос для движения прямо и оборудовать светофоры на полосах съездов, устранив образование нерегулируемых перекрестков и очередей;
- локальные дороги должны примыкать к шоссе и далее уходить к определённому объекту;

- многоуровневые развязки с полосами торможения и разгона на всех съездах;
- 6) Правильная настройка светофоров, централизованное управление движением;
- 7) Использование свободного пространства между машинами или сбоку от них для движения на велосипеде или мотоцикле. Так как для двухколёсного транспорта требуется значительно меньшая ширина на дороге, такой метод может создать дополнительные «виртуальные» полосы движения. Недостатки: в казахстанских условиях сезон езды на велосипедах и мотоциклах очень короткий; казахстанские правила дорожного движения содержат раздел «правила расположения транспортных средств на проезжей части», соблюдение которого делает невозможным использование данного метода.
- 8) Расширение дорог создание новых полос и новых направлений. Это классический способ борьбы с заторами, однако он сопряжён с большими затратами на строительство, и в большинстве случаев неэффективен (согласно постулату Льюиса-Могриджа), а при определённых условиях он может дать прямо противоположный результат за счёт необходимости для некоторых транспортных средств более частых перестроений. Кроме того, на широкой дороге более опасны локальные сужения (см. Бутылочное горло), и требуется большая длительность красного сигнала светофора.

1.2 Актуальность проблемы в городе Алматы

Средняя скорость автомобиля в Алматы — 15 километров в час. В часы пик она снижается до 10 километров. При средней поездке в 10 километров автомобиль будет простаивать в пробках примерно 1 час в сутки[2].

Если принять за исходные данные, что в Алматы постоянно находится более 600 тысяч автомобилей, можно уверенно сказать, что в пробках из них стоит минимум половина. Средний автомобиль с объемом двигателя 2 литра в городском режиме пробки тратит примерно один лишний литр бензина в сутки. Значит, прямые потери на топливе составляют 112 тенге ежедневно. 300 тысяч автомобилей сожгут уже 300 тысяч литров — на 33,6 миллиона тенге. Или на 8,5 миллиарда тенге в год.

Есть и менее очевидные расходы. Автолюбителям известно, что обычная машина рассчитана примерно на 10 лет нормальной эксплуатации. То есть за год новая машина в среднем теряет 10 процентов своей цены: если "в масле" она стоила 20 тысяч долларов, то через год — уже 18 тысяч. Если принять, что каждый автомобилист проводит в пробках минимум 1 час в день, то час такого простоя будет стоить ему 60–70 тенге.

В заторе водитель вынужден ползти гуськом, передвигая машину вперед рывками на метр-полтора. Такие маневры чреваты мелкими авариями, материальный ущерб от которых бывает довольно существенным.

Следующий показатель — это наше время. Оно тоже имеет свою цену. Обычно она равна нашей заработной плате. В прошлом году средняя

заработная плата в Алматы была 135 тысяч тенге. Простаивание — в автобусе или в машине — 1 лишний час означает, что пробка крадет у каждого из нас примерно 700 тенге каждый день. Будь у нас выбор, мы могли бы потратить это время на свой отдых, общение с близкими, саморазвитие.

В год мы стоим в пробках 250 часов, или больше 10 суток. Прямые потери каждого человека – 178 тысяч тенге.

Официально в Алматы проживает 1,4 миллиона человек. Две трети из них ежедневно совершают поездки на работу, учебу и обратно — на автобусах, на своих машинах, на такси. Все вместе мы теряем уже 90 миллиардов тенге. Или больше полумиллиарда долларов [2].

Вернемся к автомобилям. Во время заторов практически никто из водителей двигатели своих автомашин не выключает. Как известно, при сжигании топлива образуется углекислый газ. В год таких выбросов образуется минимум 90 тысяч тонн только углекислого газа — а ведь этих выбросов могло и не быть. А еще при сжигании автомобильного топлива образуются водород, перекисные соединения, сажа, оксиды азота и серы, соединения свинца и других тяжелых металлов. Всем этим мы постоянно дышим.

Поэтому городские жители страдают аллергией, многие болеют астмой, хроническим бронхитом.

Между тем общая сумма потерь от пробок в Алматы составляет больше 100 миллиардов тенге. Или 2 процента от ВРП.

В 2012 году бюджет Алматы составил 301 миллиард тенге. Только в три раза больше, чем объем потерь от автомобильных пробок. В это же время на строительство дорог было выделено только 59 миллиардов тенге. Для мегаполиса – мизерная сумма.

На самом деле все эти потери тоже не полные. Мы не учитывали выгоды экономики от хороших дорог. В экономике транспорта есть такое утверждение: увеличение скорости транспорта на 10 километров в час дает полпроцента к ВВП страны. Это утверждение можно применить и к Алматы. Если увеличить скорость с 10 километров в час сегодня до хотя бы 30, завтра можно получить один дополнительный процент в ВРП города.

Алматы входит в список 200 городов, которые способны влиять на развитие мира в глобальном масштабе. Влияние города на экономику Казахстана вообще трудно оценить. Через Алматы проходит половина всего импорта страны, большая часть экспорта. Здесь расположены все банки, большая часть СМИ, большое количество вузов и НИИ. Так что малых проблем, на которые не стоит обращать внимания, здесь нет. И полчасачас, проведенные в пробке, оказывается, могут сказаться на благополучии обычного человека по всей стране [2].

Статистика показывает, что каждый год автопарк Алматы увеличивается на 40-60 тысяч автомобилей. Через 3-4 года число автомобилей в городе может вырасти настолько, что мы будем находиться в пробках уже не один, а два-три часа. Столько уже тратят впустую жители крупнейших городов мира. Тогда потери экономики будут значительно больше. Например, уже сейчас жители

Москвы стоят в пробках по 4 часа в сутки. А потери экономики города составляют 5–6 процентов от ВРП.

1.3 Системы определения местоположения

Системы глобального позиционирования широко известны и сфера их применения постоянно растет. На их основе решаются, в частности, задачи локализации (в том числе подвижных) объектов во времени и пространстве и обеспечиваются надежные оценки их местоположения практически в любой точке земной поверхности.

1.3.1 Системы спутникового позиционирования.

Понятие «позиционирование» означает реализацию возможных способов использования данной системы для определения параметров пространственного положения объектов наблюдения, т. е. определение трехмерных координат объекта, его вектора скорости и направления [3].

Системы спутникового позиционирования представляют собой всепогодную навигационную систему космического базирования, которая позволяет в глобальных масштабах определять текущее местоположение и скорость воздушных, морских и сухопутных транспортных средств, а также осуществлять точную координацию времени, т. к. все способы измерения расстояний основаны на определениях времени прохождения волны от спутника до приемника. Системы координат и времени неразрывно связаны. Их совокупность представляет собой систему отсчета. Создание этой системы и ее практическую реализацию называют координатно-временным обеспечением при проведении разнообразных геодезических работ.

Основу GPS составляют 24 спутника, которые непрерывно излучают радиосигналы, принимаемыеGPS — приемниками. Высота орбит спутников составляет 20183 км, орбитальный период равен 11 ч. 58 мин., плоскости орбит имеют разную ориентацию в пространстве. Вырабатываемые на спутниках электромагнитные волны с частотами f_1 =1575,42 MHz и f_2 =1227,60 MHz и соответствующими длинами λ_1 =19,0 и λ_2 =24,4 см принимаются GPS — приемниками.

В системах глобального позиционирования спутники выполняют роль геодезических опорных пунктов. Каждый спутник имеет по четыре атомных эталонов частоты и времени, приборы для приема и передачи радиосигналов, бортовую компьютерную аппаратуру. Пространственное положение спутников в геодезической системе координат известно для каждого момента времени. Радиосигналы всех спутников синхронизированы по времени с точностью до секунд $1\cdot 10^{-12}$ с помощью бортовых атомных часов.

Данные о конкретных параметрах орбиты каждого спутника вводятся в память компьютеров GPS— приемников. Ими также принимаются данные о небольших отклонениях спутников от заданных орбит, которые поступают в виде радиосигналов с самих спутников с целью введения поправок в

определение расстояний от антенны приемника до наблюдаемого спутника в данный момент времени.

Чтобы увеличить точность определения координат сигналы спутников принимают методом базовой станции. Для этого используются 2 комплекта GPS — приемников: один устанавливается над геодезическим пунктом с известными координатами, другой — над определяемым пунктом местности.

Координаты определяются в глобальной геоцентрической системе WGS—84. За начало координат принимается центр масс Земли, определенный с точностью 1 м. Координатные оси ориентированы относительно экватора и плоскости меридиана Гринвича (рисунок 1.1).

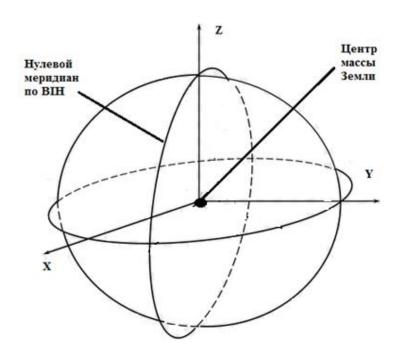


Рисунок 1.1 – Координатные оси

Ось Z совпадает со средней осью вращения Земли и направлена на север. Ось X направлена от центра масс Земли к точке пересечения плоскости экватора с плоскостью нулевого меридиана определенного Международным бюро времени (BIH-Bureau International de I'Heure) на основе координат, принятых для пунктов ВІН. Ось Y расположена в лоскости экватора под углом 90° к востоку от оси X и завершает правостороннюю ортогональную систему координат с началом в центре масс Земли[4].

По данным геодезических спутников в таблице 1.1 приведены основные геометрические параметры земного эллипсоида, принятые для системы координат WGS-84.

В ГЛОНАССе также 24 основных и 3 резервных спутника. В 1982 г. выведены на орбиты первые спутники серии КОСМОС. С января 1996 г. ГЛОНАСС развернута полностью и действует в координатной системе параметры Земли 1990 г. (ПЗ–90). Система ПЗ–90 предназначена для решения

различных прикладных задач, в т. ч. геодезического обеспечения навигационных комплексов и систем ГЛОНАСС. ПЗ—90 включает основные геодезические постоянные, т. е. характеристики геоцентрической системы координат, в том числе параметры общего земного эллипсоида, координаты пунктов космической геодезической сети (КГС), закрепляющие эту систему, элементы связи с референц-системами координат; планетарные модели нормального аномального гравитационного поля Земли.

Система координат $\Pi 3$ —90 является геоцентрической прямоугольной пространственной системой с началом координат в центре масс Земли. Ось Z направлена к Условному Земному полюсу, как определено рекомендациями Международной службы вращения Земли (IERS), а ось X- в точку пересечения плоскости экватора и нулевого меридиана, установленного Международным бюро времени, ось Y дополняет систему $\Pi 3$ —90 до правосторонней ортогональной системы координат.

Реализация этой системы осуществляется через координаты пунктов КГС. Пункты наземного комплекса управления системой ГЛОНАСС совмещены с пунктами КГС.

Таблица1.1 - Геометрические параметры эллипсоидов для различных систем (координаты)

Система координат	Большая полуось (а), м	Сжатие, α
WGS-84	6 378 137	1/298,257
П3-90	6 378 136	1/298,258

Средние квадратичные ошибки отнесения системы координат ПЗ–90 к центру масс Земли составляют 1–2 м, взаимное положение пунктов в системе ПЗ–90 оценивается около 0,3 м при среднем расстоянии между соседними пунктами сети до 10000 км (или в относительной мере – около единицы 7-го знака).

В настоящее время функционируют приемные устройства, одновременно использующие системы GPS и ГЛОНАСС. Обе системы имеют сходные параметры: близкие несущие частоты, общность конструкций кодовых сигналов, использующих фазовую манипуляцию, близость высот и наклонений орбит и периодов обращения[4].

В 2005 г. начнет функционировать европейская система нового поколения спутникового позиционирования Galileo. Ее работу будут обеспечивать 30 основных и 3 резервных спутника, расположенных на высоте 23 200 км в трех орбитальных плоскостях, наклоненных на 56° к плоскости экватора. С учетом спутников GPS и ГЛОНАСС в распоряжении пользователей будет более 80 космических аппаратов, охватывающих весь земной шар.

Недостатками ГЛОНАСС являются[5]:

- необходимость сдвига диапазона частот вправо, так как в настоящее время ГЛОНАСС мешает работе, как подвижной спутниковой связи, так и радиоастрономии;

- при смене эфемерид спутников, погрешности координат в обычном режиме увеличиваются на 25—30 м, а в дифференциальном режиме превышают 10 м;
- при коррекции набежавшей секунды нарушается непрерывность сигнала ГЛОНАСС. Это приводит к большим погрешностям определения координат места потребителя, что недопустимо для гражданской авиации;
- сложность пересчета данных систем ГЛОНАСС и GPS из-за отсутствия официально опубликованной матрицы перехода между используемыми системами координат.

Недостатков у системы GPS тоже не мало. среди основных можно выделить следующие

Недостатки GPS[5]:

- 1) Во-первых, такое понятие как геометрия спутников, которая сильно влияет на точность данных. Для того, чтобы данные отличались достоверностью, необходимо, чтобы спутники располагались не на одной линии, а в разных сторонах горизонта юг, запад, север, восток.
- 2) Во-вторых, система GPS подвержена специфическим ошибкам при прохождении сигнала. Явление это называется многолучевой интерференцией, т.е. складки рельефа и прочие препятствия влияют на прохождение сигнала. В естественных условиях за препятствие сойдет гора, в городе высокие здания. Чем дольше задерживается сигнал, тем большая погрешность образуется, поскольку приемник принимает создавшуюся "виртуальную удаленность" спутника за настоящую.
- 3) Сигнал также может задерживаться из-за атмосферной нестабильности (при прохождении сигнала через ионосферу и тропосферу скорость его распространения становится меньше скорости света) или сбоя часов принимающего устройства. Ведь код должен генерироваться одновременно и на передающем, и на принимающем устройстве. Если точный ход часов нарушен (а случается это только у принимающего устройства, поскольку на спутнике установлены атомные высокоточные часы), то может возникнуть погрешность.
- 4) Система GPS, в первую очередь создана для военных целей. Поэтому гражданским пользователям достались приёмники с весьма ограниченной точностью опрделения каординат. Министерством Обороны США было установлено ограничение по точности определения координат для гражданских служб и частных пользователей, которое получило название Selective Availability (избирательный доступ). GPS стандартной точности была предназначена для граждан (код L1). Точность передачи сигнала при этом регулировалась так называемой дифференциальной коррекцией, и погрешность в 100 м считалась вполне нормальным явлением. Но сегодняшние бытовые GPS-устройства могут определять координаты с точностью до 5 метров.

1.3.2 Системы мобильного позиционирования.

Системы определения местоположения (ОМП) позволяют определить координаты абонента с точностью до нескольких десятков метров и являются реальной альтернативой системам глобального (спутникового) позиционирования, но лишь на территории обслуживания сотовых сетей[6].

Задача позиционирования мобильных телефонов предполагает автоматическое определение их местоположения в пределах сотовых сетей. При этом под термином "местоположение" следует понимать не нахождение географических координат - широты и долготы (что в принципе также возможно/, а однозначную идентификацию положения владельца мобильного телефона на местности (электронной карте))[3].

Эксперты отмечают возможность двойного назначения подобных технологий, ведь теоретически можно отследить любого владельца мобильного телефона. Тем более, что способы определения положения, основанные на использовании только оборудования сети, могут выдавать данные непрерывно и без всякого уведомления абонента или его разрешения.

Повсеместное введение системы мобильного позиционирование (СМП) вызывает тревогу у людей, заботящихся о конфиденциальности личной жизни, ведь положение мобильного телефона можно определить не только в момент разговора, но и в режиме ожидание вызова. В такой ситуации наиболее корректным решением является сообщение координат мобильной станции, только после предварительного согласия ее владельца.

Согласно принятой классификации, СМП делятся на два основных типа: системы, для функционирования которых необходима доработка или замена абонентских устройств, и, работающие с обычными мобильными терминалами (системы позиционирования внутри сотовой сети)[6].

В первом случае потребуется либо новая SIM-карта, либо новый аппарат (а возможно, и то и другое). Во втором случае никаких изменений в аппаратной части мобильного терминала не требуется, а необходимо только изменение программной части, таким образом, все затраты на развертывание системы несет оператор сети.

Для определения положения мобильного аппарата могут быть использованы три основных параметра радиосигналов: направление прихода, амплитуда и время задержки.

Амплитуда принимаемых сигналов способна характеризовать расстояние между передатчиком и приемником. Однако на практике уровень сигналов мобильного телефона в месте приема зависит от столь большого числа причин, что в большинстве случаев не может обеспечить требуемую точность определения места и используется в качестве вспомогательного параметра.

Направление прихода сигналов может автоматически определяться, по различию фаз сигналов на элементах антенны. Можно также использовать несколько базовых станций, расположенных по соседству. Использования секторных антенн, вместо всенаправленных, позволяет определить направление прихода сигналов с большей точностью. Пересечение пеленгов из двух (или

большего числа) мест обеспечивает (с определенной точностью) определение положения мобильного телефона.

При реализации угломерного метода (метод направления прихода сигналов - Angle of Arrival - AOA) измеряемыми параметрами являются углы направления прихода излучения радиотелефона a_1 и a_2 [град] относительно линии (базы/, соединяющей две сотовые станции сети).

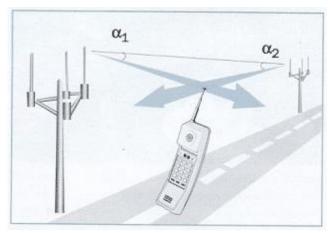


Рисунок 1.2 – Метод, основанный на приеме сигнала от базовых станций

При реализации дальномерного метода измеряемыми параметрами являются временные задержки Dt_1 [c] и Dt_2 [c] распространения сигнала радиотелефона абонента не менее, чем до двух сотовых станций сети относительно их временных шкал, которые должны быть синхронизированы между собой, а рассчитываемыми параметрами - дальности от сотовых станций до места расположения абонента.[6]

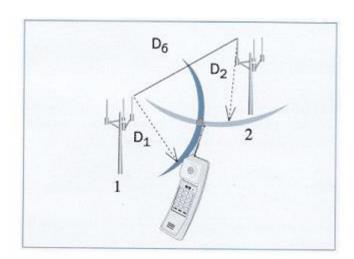


Рисунок 1.3 – Дальномерный метод

При реализации разностно-дальномерного метода измеряемыми параметрами являются временные задержки Dt_1 [c], Dt_2 [c] и Dt_3 [c] распространения сигнала радиотелефона абонента не менее чем до трех базовых станций сети относительно их синхронизированных временных шкал,

а рассчитываемыми параметрами - дальности от сотовых станций до места расположения абонента.

технологии При реализации данной возникает две проблемы практического характера. Во-первых, точность определения направления приема прямо пропорциональна ширине диаграммы направленности антенны, т.е. на приемнике сигналов требуются адаптивные и интеллектуальные (smartantennas) антенные решетки, а их цена значительно превышает стоимость Во-вторых, эффекта традиционных антенн. из-за многолучевого отличить прямой сигнал распространения радиоволн не всегда можно мобильной станции от переотраженных сигналов (рисунок 1.4). Измеренное и реальное расстояния редко совпадают, а в некоторых случаях, в зависимости от топологии местности, расхождения могут быть очень большими как в городе, так и на открытой местности.

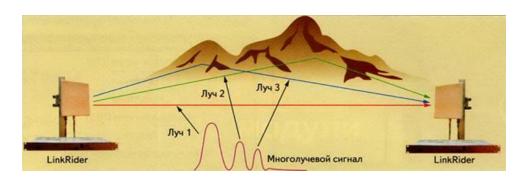


Рисунок 1.4 – Многолучевое распространение радиоволн

Однако вторая проблема не является специфической для данной определения характерна ДЛЯ большинства технологий технологии местоположения. Для ее устранения используют различные вспомогательные технологии, которые призваны компенсировать тот факт, что радиосигнал редко доходит до абонента по прямой траектории и любые выполненные оборудованием мобильной станцией или абонентским измерения показывают реальное расстояние от него до базовой станции или наоборот[3].

Как один из вариантов повышения точности местоопределения применяется метод фиксации времени прибытия сигналов с использованием спутниковой синхронизации UL-TOA (Uplink TOA). Для обеспечения требуемой точности возможна синхронизация внутренних часов сети с помощью спутниковой системы GPS (Global Positioning System). Все данные через сеть оператора связи поступают в вычислительный центр, где устанавливается местонахождение абонента с точностью не хуже 125 м.

Еще один вариант "гибридной" системы определения местоположения сотового абонента - радионавигационный метод локализация с помощью дополненной системы GPS (A-GPS - Assistant GPS). При этом методе процесс, когда обычный приемник GPS вычисляет местоположение, начинается с попытки найти первый навигационный спутник, идентификации, определения его положения. Затем находится следующий и так далее. С каждого спутника

загружаются информация, измеренные временные задержки и лишь затем вычисляется местоположение данного приемника. Процесс местоопределения может занимать от 40 с до нескольких минут, а также требует прямой видимости по крайней мере трех спутников. Метод A-GPS объединяет классическую информацию GPS с географическим программным обеспечением и мобильной информацией сети. Сеть указывает мобильному телефону, какие именно спутники следует искать. При этом количество шагов, необходимое для вычисления его местоположения, уменьшается примерно с 10 до 3. Для уменьшения потребления энергии от батареи мобильного телефона данные спутниковых измерений передаются в сеть и на нее возлагается выполнение необходимых расчетов. Пользователям придется приобретать новые мобильные GPS-приемниками встроенными И антенной. позиционирования при использовании данного метода значительно выше, что обусловлено жесткой синхронизацией временных шкал всех элементов системы[3].

Уникальным методом позиционирования мобильных телефонов, не классической радиопеленгации, является В сопоставления образов (сигнатур) мест расположения абонентов (LRM -Location Pattern Matching) мобильного абонента, разработанный компанией US Wireless и использующий технологию анализа параметров радиосигнала и характеристик его многолучевого распространения. Измеряя временные и амплитудные параметры фрагментов радиосигнала мобильного телефона, отраженного от препятствий (зданий, возвышенностей и тп/, базовая станция оценивает структуру подобного "радиоотпечатка" (fingerprint) сигнала и вычисляет его "сигнатуру" (signature)) Полученная информация сравнивается системой со своей базой образцов таких "сигнатур", соответствующих разным вариантам расположения мобильного абонента на местности. Достигаемые точности определения координат сотового телефона варьируют в пределах от единиц до сотен метров[6].

В настоящее время известны более двух десятков систем, использующих "интеллектуальные" антенны, угол прихода сигналов, разность времени их прихода, амплитуду сигналов, систему GPS и комбинации этих методов. Достигаемые точности определения координат сотового телефона варьируют в пределах от единиц до сотен метров.

Существенным недостатком данных технологий является непосредственное самих использование базовых станций или центра коммутации вычисления координат. При ЭТОМ информация местоположении выдается абоненту с периодом повторения 10-20 сек. Если взять во внимание то, что координаты базовых станций известны, и они постоянно вещают информацию в эфир (причем у каждой станции эта уникальна) то информация ДЛЯ определения местоположения использовать метод, основанный на приеме сигналов базовых станций для собственных координат. Так как В определения данном случае необходимости делать запросы на базовые станции, в отличие от приведенных

выше методов, то можно вычислять свое местоположение непрерывно. Данная технология может быть основана на использовании информации о направлении приема сигнала от базовых станций. Контроллер в приемнике сигналов сможет вычислять собственное местоположение на основе информации о пересечении линий направления приема сигнала, т.е. эта технология требует, как минимум двух базовых станций и приемника оборудованного антеннами с узкой диаграммой направленности. Большее количество используемых для расчета станций даст лучшие показатели точности[3].

Таблица 1.2 – Системы позиционирования и их характеристики

			вания и их характ	1
Система позиционирования	Фирма - производитель	Точность, м	Быстродействие, с	Особенности
Mobile Positioning System	Ericsson	100	+5	-
Cellocate System	Cell-Loc Inc.	150 (AMPS) 15-90 (CDMA/	1	-
CURSOR	Cambridge Positioning Systems	50	5	Дополнительный чип с ПО в мобильном телефоне
TeleSentinel	KSI Inc. & true	125	< 10	-
Sigma – 5000	SigmaOne Communication Corp.	90–150	< 2	Дополнительные фазированные решетки на базовых станциях
Geometrix	Allen Telecom	<150	<1	Дополнительные фазированные решетки на базовых станциях
RadioCamera	U.S. Wireless Corp.	50	2	-
Snaptrack	Snaptrack Inc.	3-20		Дополнительный чип с ПО в мобильном телефоне
Finder	CellPoint	75	5	Нет данных

1.3.3 Классификация систем позиционирования по параметрам радиосигнала

Системы позиционирования можно классифицировать по параметрам радиосигналов, которые используются для вычисления координат мобильных узлов. В настоящее время существует три основных метода измерений: AOA, RSS и TOA (или TDOA) [7].

В системах AOA (Angle of Arrival) координаты мобильных объектов рассчитываются по гониометрии. С помощью направленных антенн или набора мобильным **У**ЗЛОМ измеряются уголы прихода стационарных узлов c известными координатами. По измеренным направлениям вычисляется координаты подвижного объекта. Точность этого подхода ограничена возможными затенениями сигнала на измеряющей апертуре, а так же из-за многолучевых отражений сигнала, когда последний может приходить с ложных направлений.

Методы ТОА (Time Of Arrival) и TDOA (Time Difference Of Arrival) основаны на измерении времени распространения сигнала от передатчика до приемника так, чтобы, на его основе можно было рассчитать расстояние между передатчиком и приемником. В методе ТОА время распространения вычисляется как разность времен отправки сигнала передатчиком и према сигнала приемником для чего требуется очень точная синхронизация часов отправителя и получателя. Метод ТООА более практичен, так в нем измеряется время распространеия от передатчика к приемнику и обратно по часам передатчика, т.е. не требуется синхронизации часов.

В системах RSS решение о координатах объектов принимается на основе силы принимаемого сигнала RSS (received-signal strength). Одним из используемых методов локализации в таких сетях является Fingerprinting или локализация по шаблону. В данном методе выполняется поиск по шаблону на соответствие текущей силы сигнала имеющейся в базе данных. Недостатком этого метода является наличие стадии обучения, в которой требуется много времени и ресурсов для накопления исчерпывающего набора данных.

Альтернативой методу Fingerprinting выступают различные математические алгоритмы, нацеленные на максимальное соответствие снимаемых данных RSS модели распространения сигнала. Очевидно, что точность данных методов в значительной степени зависит от точности построения модели распространения сигнала. Поэтому часто возникают сложности с позиционированием в сложной или изменяющейся обстановке.

Для создания реальных систем позиционирования, на сегодняшний день, разработаны и доступны к применению, как ряд беспроводных стандартов, так и соответствующая элементная база. Одним из таких стандартов является IEEE 802.15.4[7].

1.4 Изобретения связанные с оценкой движения

1.4.1 Бесконтактный датчик подсчета автомобилей Barmashstreet.

Предложенное светофорное устройство регулирования плотности потока Barmashstreet использует бесконтактный датчик для подсчета автомобилей, въехавших на участок. Этот монитор устанавливается сверху, над потоком движущихся автомобилей. Для этого датчика безразлично, проехал под ним легковой или грузовой автомобиль. Каждый из них будет распознан датчиком как «одна транспортная единица». Важно количество единиц. В

случае установки данного устройства отпадает необходимость издавать специальные, часто юридически недостаточно обоснованные ограничения (или запреты) на въезд в центр города грузовых автомобилей (кроме соображений экологии), поскольку теперь наличие грузовых автомобилей на регулируемом участке не создает дополнительных условий для образования «пробки». При наличии разветвленной сети участков с регулируемой плотностью потока можно составлять и опубликовывать городскую карту таких участков с указанием для каждого из них наиболее благоприятного времени для проезда транспорта. Водители смогут сами (или с помощью соответствующих компьютерных программ) произвести расчет и выбор оптимального времени для достижения конечного пункта. Сеть участков с регулируемой плотностью потока может включаться в работу только на некоторое время, в определенное время суток или при определенных погодных условиях. В остальное время эти участки могут работать в режиме обычных светофоров. На регулируемый участок допускается только такое количество автомобилей, которое не превышает расчетную пропускную способность участка[8].

Произведем разбивку всей дорожной системы на отдельные участки.

Поскольку количество машин и количество дорог очень велико, при характеристике каждого из этих объектов целесообразно перейти к виртуальной системе.

Каждому участку присваивается персональный идентификационный номер.

Каждому участку присваивается персональное наименование - персональный идентификационный номер. Для каждого участка должны быть заранее определены основные показатели (длина, предельная пропускная способность). Каждый участок в любой момент может быть найден с помощью Интернета и указаны его основные параметры.

Место нахождения каждого автомобиля на участке в любой точке может быть точно определено с помощью системы ГЛОНАСС[8].

Каждый автомобиль, кроме обычного номера (для регистрации в ГАИ), должен иметь официально зарегистрированный, индивидуальный номер в Интернете, по которому его всегда можно найти для приема или передачи ему требуемой информации.

Каждый автомобиль имеет устройство, позволяющее производить передачу сигнала в Интернет, и позволяющее осуществлять прием сигнала из Интернет. Это устройство начинает работать при включении двигателя автомобиля. Оно поставляется вместе с автомобилем при продаже.

От автомобиля поступает следующая информация:

- местонахождение автомобиля (определенное, например, с помощью системы ГЛОНАСС);
- технические данные автомобиля (марка, зарегистрированный номер в ГАИ);
 - данные по водителю;
 - скорость автомобиля в данный момент.

Каждому участку ранее было присвоено персональное наименование - персональный идентификационный номер.

В любой момент на каждом участке может быть найдено местонахождение любого зарегистрированного в Интернете автомобиля и указаны его основные параметры.

К светофору на впуске автомобилей на данный участок подается информация: не будут ли дополнительные автомобили «лишними» по величине пропускной способности данного участка.

Для возможности определения (для формирования) этой информации используется устройство Barmashstreet, оснащенное элементами регистрации входа, а также автоматическими средствами количественного учета транспортных единиц на данном участке, позволяющими в любой момент времени определять фактическое количество транспортных средств на данном участке, сравнивать его с допустимым количеством и производить корректировку плотности потока.

После определения количества автомобилей, вошедших на данный участок, и сравнивания с допустимым количеством, становится ясным: возможно ли в данный момент пропускать на него дополнительные автомобили или больше нет, т.е. разрешать дальнейшее горение для впуска на участок зеленый сигнал светофора или нет.

Все вышеназванные ограничения относятся только к участкам, на которых могут образовываться пробки. Остальные участки не обязательно должны включаться в систему. Они могут работать как обычно.

Транспортная система города будет иметь принципиально иной характер.

После установки (внедрения) на дорогах светофорного устройства Barmashstreet транспортная система города будет иметь принципиально иной характер.

На тех дорогах, где будет установлено светофорное устройство Barmashstreet, образование «пробок» невозможно в принципе: устройство не допустит превышение количества машин на участке выше предельного значения, определяемого расчетной (проектной) величиной. «Лишние» машины не будут пропускаться на участок. Это обеспечивается счетчиком количества поступающих машин и устройством, постоянно сравнивающим общее количество машин на участке с их допустимым количеством.

Таким образом, применение устройства Barmashstreet в широком масштабе (для всей транспортной системы города) позволит в городе[8]:

- создать сеть участков с регулируемым потоком;
- создать и публиковать городскую карту сети участков, на которых в любое время гарантировано отсутствие «пробок»;
- создать в будущем в городе полностью автоматизированную систему управления движением автомобильного транспорта;
- можно чисто техническими (а не административно-запретительными) мерами решить проблему ограничения въезда на территорию мегаполиса и его окрестностей иногороднего транспорта в определенные промежутки времени;

- система автомобильного транспорта большого мегаполиса может быть переведена на управление с единого пульта.

Это не приведет к сокращению общей пропускной способности городских дорог.

Сеть участков с регулируемой плотностью потока не приведет к сокращению общей пропускной способности городских дорог.

За счет отсутствия «пробок» и увеличения количества участков, способных работать в режиме «зеленая волна», средняя скорость движения автомобилей увеличится и может приблизиться к максимально допустимой скорости ДЛЯ городских условий. Это повышает существенно производительность дорог. Использование режима «зеленая волна» улучшает Риск от экспериментального города. внедрения устройства Внедрение минимальный (или сводится К нулю). осуществляется использованием работающих сейчас светофоров. При подключении к ним **устройства** светофоры, регулирования ЭТИ кроме традиционным способом, получают способность осуществлять свою работу с учетом загруженности тех участков, к которым они относятся.

Но недостатком данного датчика является соединение с интернетом и использование систем спутникового позиционирования, то есть вытекают недостатки написанные раннее.

1.4.2 Патент на изобретение.

Для решения указанной задачи система регулирования дорожного транспорта, содержащая региональные базовые процессоры для сбора информации о дорожном движении, центральный компьютер, к которому подключены региональные базовые процессоры, передатчик и имеющие с ним радиосвязь установленные на транспортных средствах абонентов персональные компьютеры, специализированные на визуальное воспроизведение информации о ситуации на проезжей части, согласно этой задаче снабжена установленными изображения части ДЛЯ приема дорожного видеокамерами, имеющими связь с региональными базовыми процессорами, при этом в электрических цепях между выходами видеокамер, расположенных у светофора, и входами процессоров расположена коммутирующая аппаратура с управляющим входом, подключенным к электрической цепи включения в светофоре зеленого сигнала[9].

Наличие в системе регулирования движения дорожного транспорта видеокамер, принимающих изображение дорожного транспорта, позволяет получить полную картину обстановки на проезжей части, что очень важно для оценки ситуации на перекрестках и у пешеходных переходов, особенно в местах установки светофоров, задерживающих движение дорожного транспорта.

Система регулирования движения дорожного транспорта (рисунок 1.8) содержит мультимедийный центральный компьютер 1, имеющий электрическую связь с видеокамерами 2, служащими для контроля движения

транспортных средств 3. Абоненты, пользующиеся услугами этой системы, компьютера приемниками сигналов OT центрального выполненными В виде мультимедийного персонального компьютера специализированного на визуальное воспроизведение информации о ситуации на проезжей части с помощью имеющегося у них монитора. Передача сигналов персональным компьютерам 4 осуществляется посредством радиосвязи 5 с помощью передатчика, а именно радиостанции 6, размещенной на городской территории 7. Расположенная на этой территории проезжая часть 8 служит для перемещения по ней автомобилей 9 абонентов. В этих автомобилях 9 находятся упомянутые специализированные персональные компьютеры 4, имеющие средства для приема сигналов от центрального компьютера 1 и передачи сигналов 10 на станцию слежения за движением дорожного транспорта для определения местонахождения автомобилей абонентов автомобильных спутниковых навигаторов или путем радиопеленгации. Получаемые персональными компьютерами 4 сигналы служат для информации абонентов о ситуации на участках 11 проезжей части, по которым проложен маршрут движения автомобиля 9, принадлежащего абоненту.

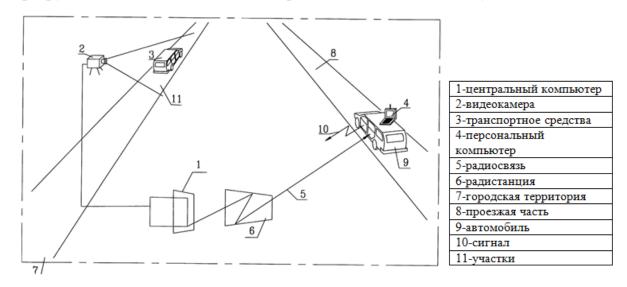


Рисунок 1.5 – изображен фрагмент системы регулирования движения дорожного транспорта

1.4.3 Формула изобретения.

1) Система регулирования движения дорожного транспорта, содержащая региональные базовые процессоры для сбора информации о дорожном движении, центральный компьютер, к которому подключены региональные базовые процессоры, передатчик и имеющие с ним радиосвязь, установленные транспортных средствах абонентов персональные специализированные на визуальное воспроизведение информации о ситуации на проезжей части, отличающаяся тем, что она снабжена установленными у проезжей части ДЛЯ приема изображения дорожного видеокамерами, имеющими связь с региональными базовыми процессорами,

при этом в электрических цепях между выходами видеокамер, расположенных у светофоров, и входами процессоров расположена коммутирующая аппаратура с управляющим входом, подключенным к электрической цепи включения в светофоре зеленого сигнала[9].

- 2) Система по п.1, отличающаяся тем, что в электрической цепи, соединяющей управляющий вход упомянутой коммутирующей аппаратуры с электрической цепью включения в светофоре зеленого сигнала, установлено реле времени, задерживающее поступление сигнала.
- 3) Система по п.2, отличающаяся тем, что региональные процессоры снабжены базами данных среднестатистических значений скорости движения транспортных средств в различное время суток при зеленом сигнале светофора.
- 4) Система по п.3, отличающаяся тем, что региональные процессоры снабжены программой, включающей передачу в центральный компьютер значения текущей скорости движения транспортных средств, выявленной по даваемому видеокамерами изображению, и выдачу сигнала о заторе дорожного движения при значении текущей скорости, меньшем пороговой величины в базе данных.
- 5) Система по п.4, отличающаяся тем, что она снабжена региональными базовыми компьютерами с встроенными в них указанными процессорами, имеющими связь через радиостанции с упомянутыми специализированными персональными компьютерами, которые снабжены средствами для выборочной выдачи информации от центрального и региональных компьютеров.
- 6) Система по п.5, отличающаяся тем, что она снабжена видеокамерами, имеющими непосредственную связь с центральным.

1.4.4 Патент на изобретение.

Изобретение относится к радиотехнике и может быть использовано в системах определения координат источников радиоизлучения подвижных объектов. В способе используют центральный пункт (ЦП) и приемные пункты объекты (ПО) выполняют способными Подвижные управляющий сигнал (УС) и принимать и передавать широполосный сигнал (ШС), а (ПП) выполняют способными передавать и принимать (ШС). Индивидуальным кодом (ИК) для каждого ПО снабжают сигнал о состоянии ПО и УС. Принимают УС ПО, и при совпадении ИК УС и ИК ПО, а также при свободном радиоканале на первой радиочастоте для ПП и ЦП передают на сигнал о состоянии ПО на ЦП, а при несовпадении ИК УС и ИК ПО, а также при занятом радиоканале на первой радиочастоте для ПП и ЦП прекращают передачу на первой радиочастоте сигнала о состоянии ПО на ЦП. Принимают сигнал о состоянии ПО на ЦП и формируют сигнал подтверждения (СП) и УС, который снабжают ИК и кодом-признаком определения координат. Излучают на первой радиочастоте и принимают СП и УС на всех ПО и, по меньшей мере, в трех ПП. Прекращают передачу от ПО при приеме СП сигнала о состоянии ПО на ЦП, при приеме упомянутого УС формируют фазоманипулированный сигнал (ФМС) с широким спектром. Излучают последовательно во времени

ФМС каждым приемным пунктом. Принимают ФМС ПО и преобразуют его в ФМС с другой центральной частотой. Ретранслируют от ПО ФМС к ПП. Принимают ФМС в ПП, корреляционно обрабатывают излученный и принятый ФМС и измеряют в каждом из ПП время задержки сигнала с минимальным временем задержки. Формируют в ПП сигналы, соответствующие временам задержек, и передают их последовательно во времени на второй радиочастоте от ПП в ЦП для вычисления дальности от ПП до ПО путем дальномерного метода местоопределения. Технический результат заключается в повышении качества и расширении функциональных возможностей[6].

Система (рисунок 1.9) содержит центральный пункт (ЦП) 1, N приемных пунктов (ПП) 2n (n=1,2,...,N) и M подвижных объектов (ПО) 3m (m=1,2,...,M)

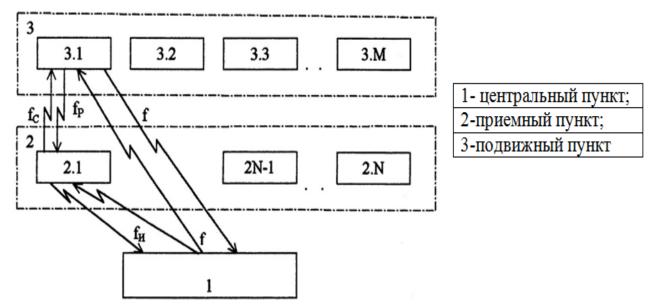


Рисунок 1.6 – Структурная блок-схема системы

1.4.5 Формула патента.

обнаружения идентификации Способ И подвижных объектов, заключающийся в том, что передают на первой радиочастоте от подвижного объекта сигнал о состоянии подвижного объекта, снабженный индивидуальным кодом для каждого подвижного объекта, принимают сигнал от объекта, по меньшей мере, в трех приемных пунктах, пространственно разнесенных на местности и с известными координатами, обрабатывают сигнал в приемных пунктах для измерения времени задержки прихода сигнала в приемные пункты, излучают последовательно во времени на первой радиочастоте управляющий сигнал от центрального пункта для обеспечения последовательного снятия во времени информации с приемных пунктов, принимают управляющий сигнал на первой радиочастоте в приемных пунктах и передают сигналы от приемных пунктов на второй радиочастоте в центральный пункт для вычисления дальности от приемных пунктов до подвижного объекта, отличающийся тем,

что подвижные объекты выполняют способными принимать управляющий сигнал и принимать и передавать широкополосный сигнал, а приемные пункты выполняют способными передавать и принимать широкополосный сигнал, передают на первой радиочастоте от подвижного объекта сигнал о состоянии подвижного объекта, дополнительно снабженный кодом-признаком состояния, дополнительно принимают сигнал о состоянии подвижного объекта в других подвижных объектах и блокируют их передачу сигналов о состоянии подвижных объектов, принимают сигнал о состоянии от подвижного объекта на центральном пункте, при приеме сигнала о состоянии подвижного объекта в центральном пункте блокируют передачу им на первой радиочастоте сигналов подвижным объектам и приемным пунктам, формируют в центральном пункте сигнал подтверждения, снабженный индивидуальным кодом подвижного объекта, и управляющий сигнал, который дополнительно снабжают кодомпризнаком определения координат, излучают центральным пунктом сигнал подтверждения и управляющий сигнал на первой радиочастоте, принимают на первой радиочастоте сигнал подтверждения и управляющий сигнал на всех подвижных объектах и, по меньшей мере, в трех приемных пунктах, при приеме сигнала подтверждения на подвижном объекте, передавшем сигнал о состоянии подвижного объекта, прекращают передачу сигнала о состоянии этого подвижного объекта, а при приеме управляющего сигнала остальными подвижными объектами после окончания управляющего сигнала разблокируют их передачу сигналов о состоянии подвижных объектов, при приеме управляющего сигнала В приемных пунктах формируют фазоманипулированный сигнал с широким спектром и с первой центральной от первой второй радиочастоты отличной радиочастоты, дополнительно излучают последовательно во времени фазоманипулированный сигнал каждым приемным пунктом, принимают фазоманипулированный сигнал подвижным объектом, передавшим сигнал о состоянии подвижного объекта, и преобразуют его в фазоманипулированный сигнал со второй центральной частотой, отличной от первой центральной частоты, от первой радиочастоты, от второй радиочастоты и с сохранением спектра фазоманипулированного сигнала первой центральной частотой, ретранслируют подвижным объектом фазоманипулированный сигнал со второй центральной частотой, принимают фазоманипулированный сигнал со второй центральной частотой, по меньшей мере, в трех приемных пунктах, ранее излучивших фазоманипулированный сигнал с первой центральной частотой, корреляционно обрабатывают в приемных пунктах на одной промежуточной частоте излученный и принятый фазоманипулированные сигналы и измеряют в каждом из приемных пунктов время задержки сигнала с минимальным временем задержки, формируют в приемных пунктах сигналы, соответствующие временам задержек, и передают их последовательно во времени на второй радиочастоте от приемных пунктов в центральный пункт для вычисления дальности от приемных пунктов до объекта путем дальномерного метода местоопределения[10].

1.5 Цели и задачи дипломного проекта

Целью выпускной работы является разработка системы фиксации подвижных объектов с помощью ZigBEE системы, определения местоположения подвижных объектов и освобождение центральных улиц от большого скопления дорожно-транспортных средств. Для это необходимо:

- изучить существующие системы для определения местоположения на дорогах;
 - проанализировать устройство ZigBEE для решения поставленной цели;
- разработать аналитическую модель распространения сигнала движения подвижных объектов;
 - рассчитать параметры ZigBEE системы;
 - предоставить реализацию предлагаемой системы.

2 Технические данные и особенности ZigBee

Беспроводные сети на базе стандарта IEEE 802.15.4 представляют собой альтернативу проводным соединениям в распределенных системах мониторинга и управления и отличаются более гибкой архитектурой, требуют меньших затрат при их установке и эксплуатации.

Texнология ZigBee заняла нишу радиоинтерфейсов для низкоскоростных приложений с крайне малым энергопотреблением, где использовались либо технологии с более высокими эксплуатационными характеристиками и с высоким энергопотреблением, либо решения, базирующиеся на микросхемах радиотрансиверов различных производителей, не относящихся ни к одному из распространенных стандартов. Стандарты (Bluetooth, WLAN) отлично подходят для передачи больших объемов информации (голоса, данных, видео) с высокой скоростью и с дальностью передачи от 10 до 100 метров. Устройства на их основе способны работать в автономном режиме (от батарей и аккумуляторов). Все это позволяет заменить проводные соединения в таких системах, как компьютерные и развлекательные системы, вычислительные сети. Однако существует огромное множество систем (разнообразные датчики, системы контроля и сбора информации и т. д.), обладающих особой спецификой (небольшие объемы передаваемой информации, малое энергопотребление, простота установки и обслуживания, большое количество узлов сети и т. п.), вследствие чего в такого рода приложениях невозможно со 100-процентой эффективностью использовать упомянутые технологии. Именно на реализацию подобных задач нацелен стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) для низкоскоростных WPAN-сетей.

Применение технологии ZigBee/802.15.4 позволяет разрабатывать беспроводные интерфейсы с минимальными затратами благодаря простоте схемотехники, минимальному количеству внешних пассивных элементов, использованию готового программного обеспечения стека малых объемов. Стандарт позволяет создавать сети с многоячейковой топологией, обслуживать таким образом очень большое число узлов и увеличивать дальность связи без дополнительных затрат на усилители мощности.

2.1 Описание модели OSI сети ZigBee

Семейство стандартов IEE802.15 предназначено для организации беспроводных персональных сетей (Wireless Personal Area Networks, WPANs), от-личительной чертой которых является небольшой радиус действия сетевых устройств. Все они описывают два нижних уровня протоколов модели взаимодействия открытых систем (Open System Interconnection, OSI): физический (PHysical Layer, PHY) и уровень доступа к среде передачи (Medium Access Control, MAC) [11].

ZigBee – название набора сетевых протоколов верхнего уровня, использующих маломощные радиопередатчики стандарта IEEE 802.15.4.

ZigBee - устройство большую часть времени находится в спящем режиме, уровень потребления энергии может быть очень низким, благодаря чему достигается длительная работа от батарей. При этом оно может активироваться (то есть переходить от спящего режима к активному) за 15 мс [11].

Сеть ZigBee - представляет собой распределенную, самоорганизующуюся множества датчиков (сенсоров) И исполнительных сеть объединенных между собой посредством радиоканала. Область покрытия подобной сети может составлять от нескольких метров до нескольких километров за счет способности узлов ретранслировать сообщения от одного элемента к другому. Сегодня технология беспроводных сенсорных сетей является единственной беспроводной технологией с большим временем автономной работы от батарей, с помощью которой можно решить задачи мониторинга и контроля. Объединенные в беспроводную сенсорную сеть образуют территориально-распределенную самоорганизующуюся систему сбора, обработки и передачи информации.

ZigBee, как и Bluetooth использует нелицензируемый диапазон 2,4 ГГц. Данный стандарт предусматривает кроме использования данной частоты, в Европе и в США 868 МГЦ и 915 МГЦ. Диапазон 2,4 ГГц разделен на 11 - 26 каналов шириной 5 МГц каждый [12].

В таблице 2.1 представлена модель OSI сети ZigBee [11]. Она включает в себя физический уровень (PHY), канальный уровень, сетевой уровень NWK (NetWork) и уровень приложений APL.

Канальный уровень состоит из подуровня доступа к среде передачи MAC и LLC, который определяется стандартом IEEE 802.15.4.

Уровень приложений состоит из подуровня поддержки приложений (Application Support sub-layer - APS), и подуровня объектов устройств ZigBee (ZigBee Device Object - ZDO) и объектов Application Objects, которые определяются изготовителем ZigBee-устройств. Физический и канальный уровень модели OSI ZigBee определены в стандарте 802.15.4. Назначением физического уровня является прием и передача данных через радиоканал. Также на данном уровне происходит измерение мощности радиосигнала, оценка качества связи и чистоты канала, осуществляется выбор канала. В таблице 3.1 приведены основные характеристики данных уровней [14].

Скорость передачи данных по стандарту IEEE 802.15.4 ZigBee может составлять до 250 кбит/с. В таблице 2.2 приведены основные параметры связи сети ZigBee [11].

Стандарт IEEE802.15.4 использует модуляцию OQPSK (Offset-Quadrature Phase-Shift Keying- смещенная квадратурная фазовая манипуляция)

Стандарт позволяет использовать суперфреймовую структуру сообщения с гарантированными временными слотами [11]. Суперфрейм посылается сетевым координатором делится на 16 равных по длине слотов и ограничива ется маячками. Маячок помещается на место первого слота каждого суперфрейма и нужен для синхронизации присоединенных устройств, для идентификации сети. В случаи необходимости координатор сети может

отключить режим сообщений с маяками. Для передачи данных используется слотовый механизм доступа CSMA/CA. Передача сообщений должна быть закончена до прихода следующего маячка.

Таблица 2.1 - Модель OSI сети ZigBee

Номер уровня	Модель OSI	Сеть
7	Прикладной	APL (APS, ZDO, Application
		Objects) ZigBee
6	Уровень представления	-
5	Сеансовый	-
4	Транспортный	-
3	Сетевой	NWK ZigBee
2	Канальный (передачи	LLC IEEE 802.15.4
	данных)	SSCS IEEE 802.15.4
		MAC IEEE 802.15.4
1	Физический	PHY IEEE 802.15.4

Т а б л и ц а 2.2 - Основные параметры связи сети ZigBee

Параметры	Значение
Скорость передачи	250 кбит/с
Адрес устройства	короткий 16-битный адрес или
	расширенный длиной 64-бита
Режим работы батареи	С контролем уровня энергии
Количество каналов в диапазоне	16 каналов в диапазоне 2,45 ГГц
Передача информации	выделение интервала времени для
	передачи информации каждым узлом
Метод доступа к каналу связи	Множественный доступ с контролем
	несущей CSMA/CA
Протокол обмена	с уведомлением о получении

Стандарт IEEE802.15 устанавливает два механизма доступа к каналу CSMA/CA в зависимости от конфигурации сети.

В сети без маячков используется бесслотовый механизм доступа [15]. Данный метод заключается в том, что каждый раз когда устройство собирается начать передачу, оно выдерживает паузу случайной длительности. Случайная задержка позволяет исключить возможность одновременной передачи сообщения. В случаи если канал занят, то устройство повторяет попытку передачи после повторной случайной задержки. Фреймы подтверждения о получении посылаются сразу, без данного алгоритма.

В сети в которой используются маячки используется слотовый (тактированный) механизм доступа CSMA/CA, начало слота для каждого

устройства должно быть синхронизировано с началом передачи маячка сетевым координатором. Маячки рассылаются только сетевым координатором, таким образом сетевой координатор с помощью маячков выполняет тактирование актов обмена во всей сети [15].

Сетевой координатор может зарезервировать часть суперфрейма для устройств которые требуют срочной доставки или большей пропускной способности канала. В данном суперфрейме будет отсутствовать конкуренция за канал, поскольку будет отсутствовать конкуренция за канал, в это время координатор запрещает любую передачу всем другим устройствам.

Модель OSI для сети ZigBee описывается на канальном, сетевом и прикладном уровне [15]. На канальном уровне подуровень сближения специфических сервисов SSCS выполняет роль интерфейса между подуровнями LLC и MAC. На подуровне MAC используется множественный метод доступа с контролем несущей CSMA/CA. Данный подуровень также отвечает за передачу маячковых фреймов и синхронизацию устройств сети.

В таблице 2.3 приведены уровни модели OSI ZigBee и основные их функции.

Таблица2.3 - Функции уровней модели OSI ZigBee

Уровень модели OSI	Функции		
Физический уровень (РНҮ)	Радиоканал 2,4 ГГц		
Канальный	подуровень МАС	Управляет доступом к радиоканалу, при этом используется метод доступа CSMA/CA. Данный подуровень также отвечает за передачу маячковых фреймов, синхронизацию.	
уровень	Подуровень SSCS	Service Specific Convergence Sublayer (подуровень сближения специфических сервисов) выполняет Роль интерфейса между подуровнями LLC и MAC в).	
	Подуровен LLC	Выполняет связь сетевого уровня с уровнем МАС.	

Продолжение таблицы 2.3 - Функции уровней модели OSI ZigBee

		- Функции уровней модели OSI Zigbee				
Уровень модели	Функции					
OSI						
Сетевой уровень NWK		Необходим для обеспечения следующих функций: 1) Безопасность при передачи фреймов данных; 2) Определение нового устройства в сети и регистрацию его в ней. Также выполняет исключение устройства из сети. 3) Указание маршрута фрейма к месту				
Прикладной уровень	Подуровень приложений APS	назначения; 4) Определение маршрутов между устройствами сети; 5) Обнаружение в сети соседних устройств; 6) Запоминание информации о соседних узлах; Обеспечивает: 1) Работу таблиц для связывание устройств сети на основе информации о необходимости и возможности связывания. 2) Передачу сообщений между связанными устройствами; 3) Определение группового адреса устройств, удаление и фильтрацию сообщений с групповыми адресами; 4) Фрагментацию, перекомпоновку и транспортировку дан-ных;				
	Подуровень ZDO	1. Определяет является устройство координатором, маршрутизатором или оконечным устройством. 2. Иициирует запрос на соединение 3. Обеспечивает защиту информации; 4. Осуществляет обнаружение устройств в сети с целью определения какой сервис они предоставляют.				

2.2 Формирование сети ZigBee

Для формирования сети первый узел который выполняет функции координации начинает формировать сеть и является координатором сети РАН. Когда другой узел хочет присоединиться к PAN координатору, он отправляет

запрос к нему, если координатор сети имеет возможность принять данный узел, он отправляет ответ о согласии принятия. Если узел желает выйти из сети он отправляет запрос о выходе, к координатору ("родительскому узлу"). Он может покинуть сеть после получения ответа "удаление". Более того узел покидающий сеть должен удалить все связи с другими узлами сети, если он имеет дочерние узлы [11].

Для организации новой сети ZigBee имеются три типа устройств:

- координатор формирует топологию сети и устанавливает соединение с другими сетями (в каждой ZigBee-сети имеется только один координатор);
- маршрутизатор необходим как промежуточное звено, передает нужном направлении данные от других устройств;
- конечное устройство передает данные координатору или машрутизатору и не может связываться с подобными ему устройствами.

За организацию новой сети и назначению адресов новым устройствам отвечает сетевой уровень NWK.

В спецификации стандарта IEEE 802.15.4 определяется возможность трех типов передачи данных [12]:

- а) передача от устройства к сетевому координатору;
- б) передача данных от сетевого координатора к устройству;
- в) передача данных между двумя одноранговыми устройствами.

В случаи если устройств собирается передать данные координатору, оно выполняет поиск маячка. Когда он найден, данный узел подстраивается к структуре суперфрейма. Используя слотовый механизм CSMA/CA устройство передает данные координатору. В ответ координатор отсылает фрейм уведомления о получении. Цикл обмена заканчивается.

Структура фрейма обеспечивает надежную передачу. Построенный в соответствии с моделью OSI, каждый следующий уровень добавляет к протоколу свой заголовок. Стандарт предусматривает четыре типа фреймов [13]:

- а) фрейм маячка;
- б) фрейм данных;
- в) фрейм уведомления о получении;
- г) фрейм команд МАС-подуровня.

Фрейм данных (рисунок 2.1) использует для синхронизации преамбулу и поле "Старт". Поле "Длина" содержит длину поля МАС подуровня в 8-битовых байтах (октетах). Служебную информацию об управление фреймами содержит поле "Управление". Информацию о порядковом номере данных содержит поле "Номер", адресную информацию, а именно 16-битный короткий или 64-битный расширенный содержит поле "Адрес". Фрейм завершается полем контрольной суммы КС.

			-			Поля	MAC-	
П.	_							
11p	еамбула	Старт	Длина	Управление	Номер	Адрес	Данные	Данные

Рисунок 2.1 - Формат фрейма данных протокола ZigBee

Пакет данных состоит из некоторого количества битов передаваемых в определенном формате. Приемник должен иметь механизм определения ошибок при восстановление исходного сообщения. IEEE 802.15.4 использует 16-битную проверку кадра (FCS) на основе избыточного циклического кода (CRC) для обнаружение возможных ошибок в пакете данных. При этом сеть может выбрать для использования 16-битную или 64 -битную адресацию. Топология ZigBee сети может иметь форму звезды (рисунок 3.2), дерева (рисунок 3.3) или ячеистой сети (рисунок 2.4) [11].

В топологии типа "звезда" сеть контролируется координатором. При этом он отвечает за инициализацию и обслуживание сетевых устройств и всех конечных устройств, непосредственно взаимодействующих с ним. Все сети звездной топологии функционируют независимо одна от другой. Сетевой идентификатор не используется другими сетями, находящимися в пределах радиуса действия данной сети (рисунок 2.2).

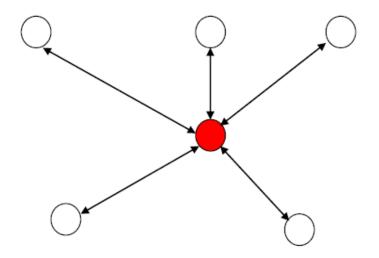


Рисунок 2.2 - Топология сети ZigBee "звезда"

В ячеистой (рисунок 2.4) и древовидной структуре (рисунок 2.3) сети координатор отвечает за организацию сети и выбор некоторых ключевых сеть быть расширена параметров, но может c помощью маршрутизаторов. В сети с древовидной топологией маршрутизаторы перемещают и управляющие сообщения по используя данные сети, маршрутизации. иерархическую стратегию Древовидные ΜΟΓΥΤ сети использовать маячковую стратегию маршрутизации.

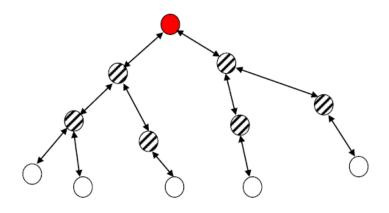


Рисунок 2.3 - Древовидная топология сети ZigBee

Ячеистая сеть - это одноранговая коммуникация устройств, в данной сети нет устройств разных рангов (все устройства равноправны)

Несколько сетей могут взаимодействовать друг с другом. Для этого каждая сеть имеет уникальный сетевой идентификатор. Таким образом полный адрес устройства для доступа из другой сети состоит из адреса сети и короткого адреса устройства.

В одноранговой сети любые устройства, находящиеся в зоне досягаемости радиосвязи могут обмениваться данными друг с другом. Данная сеть позволяет передавать информацию между узлами сети используя отдельные узлы в качестве ретрансляторов (рисунок 2.4).

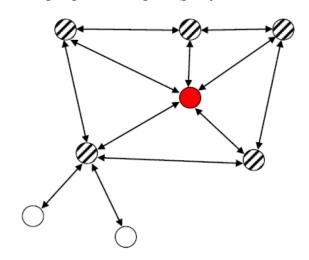


Рисунок 2.4 - Ячеистая (mesh) топология сети ZigBee

Для построения беспроводной сети (например, сеть с топологией «звезда») на основе технологии ZigBee разработчику необходимо приобрести по крайней мере один сетевой координатор и необходимое количество

оконечных устройств. При планировании сети следует учитывать, что максимальное количество активных оконечных устройств, подсоединенных к сетевому координатору, не должно превышать 240. Кроме того, необходимо приобрести у производителя ZigBee-чипов программные средства для разработки, конфигурирования сети и создания пользовательских приложений и профилей. Практически все производители ZigBee-чипов предлагают на рынке целую линейку продукции, отличающейся, как правило, только объемом памяти ROM и RAM. Например, чип со 128 Кбайт ROM и 8 Кбайт RAM может быть запрограммирован на работу в качестве координатора, маршрутизатора и оконечного устройства [13].

Перечислим приложения, в которые может быть интегрирована технология ZigBee:

- система мониторинга на оживленных шоссе;
- системы по переключению светофоров на перекрестах при большом скоплении машин.

2.3 Методы доступа к каналу связи

Существует два метода доступа к каналу связи используемых в сетях ZigBee по стандарту IEEE 802.15.4: метод конкуренции и метод доступа без конкуренции [11].

При использование метода на основе конкуренции между устройствами при передачи сигнала (access contention) все устройства которые собираются передать данные на одинаковой частоте используют метод множественного доступа, то есть первые кто определит, что канал свободен начинают передачу данных.

В методе без конкуренции между устройствами при передачи сигнала, координатор PAN определяет гарантированный временной интервал для каждого устройства. И они начинают передачу без механизма CSMA-CA. Для обеспечение гарантированного временного интервала PAN координатор должен быть уверен, что все устройства сети синхронизированы. Для этого используются сообщения в виде маячков, они синхронизируют время передачи данных всех устройств. Недостатком данного метода является то, что все устройства сети ZigBee должны выходить из режима "сна", для прослушивания канала связи для получения маяка синхронизации. Поэтому время авто-номной работы сети с маяками меньше чем сети использующий метод CSMA/CA.

Стандарт IEEE 802.15.4 реализует множественный доступ с предотвращением коллизий (CSMA/CA), для того чтобы позволить нескольким устройствам использовать один и тот же частотный канал. При данном методе когда устройство хочет передать данные по каналу связи, в первую очередь выполняется оценка состояния канала для определения использования его другими устройствами. Только после этого устройство может начать передачу данных. Решение о том, является канал свободным или занятым основано на

измерение спектральной энергии на частоте канала или определение типа сигнала занимающую данную частоту.

В первом шаге механизма множественного доступа к каналу связи с предотвращением коллизий (CSMA/CA), на МАС уровне посылается запрос к физическому уровню РНУ для выполнения оценки свободного канала для того чтобы убедиться, что канал не используется другими устройствами. Оценка состояния канала часть сервиса предоставляемого на физическом уровне. При процедуре оценки состояния канала в результате определения энергетического уровня или мощности сигнала решается вопрос о том свободен или занят данный канал связи.

Существует три режима оценки состояния канала, по стандарту IEEE 802.15.4 на физическом уровне должно быть возможно использовать любой из них [11]:

- в первом режиме про оценки состояния канала учитывается только определение энергетического уровня . Если он выше порога определенного значения то он считается занятым. Данный порог энергетического уровня может быть установлен заводом изготовителем;
 - второй режим использует контроль несущей (CS);
- третий режим представляет собой комбинацию первого и второго режима.

В случаи если канал занят, устройство производит отсрочку передачи на произвольный период времени и снова производит оценку состояния канала. Случайные отсрочки производятся до тех пор пока канал не освободится или устройство не достигнет максимального количества возможных отсрочек.

Возможность сканирования канала связи в системе ZigBee обеспечивается на MAC и NWK уровнях [16]. Сканирование каналов предоставляет информацию о деятельности узлов ZigBee в персональном рабочем пространстве устройства.

Существует четыре типа сканирования каналов [11]:

- а) сканирование энергетического уровня;
- б) сканирование не присоединенного узла;
- в) активное сканирование;
- г) пассивное сканирование.

Энергия уровня каждого канала определяется использованием сервиса определения энергии.

При сканирование не присоединенного узла происходит поиск PAN координатора к которому он в данный момент относится. В сканирование не присоединенного узла MLME отправляет уведомление к координатору по каждому каналу и ждет команды перестройки от координатора. Если устройство получает команду перестройки то он прекращает сканирование, отключив свой приемник. В противном случаи устройство будет продолжать к следующему каналу по списку.

При пассивном сканирование в отличие от активного вида нет запроса в виде передачи маяка. MLME позволяет приемнику сразу после получения за-

проса сканирования начать запись получаемой информации. Но при активном сканирование MLME посылает запрос маяка.

В дополнение к передаче маячков, есть еще случай при котором устройство ZigBee получает доступ к каналу без использования алгоритма CSMA-CA. При этом способе доступа к каналу, устройство немедленно передает данные после подтверждения команды запроса.

Одной из основных проблем метода доступа к каналу связи CSMA-CA является проблема скрытых узлов [11]. Если расстояние между двумя узлами слишком большое и они не имеют возможность принимать сигналы друг от друга, однако оба узла могут взаимодействовать с одним и тем же узлом. От каждого узла передаваемая мощность сигнала уменьшается с увеличением расстояния. Тогда в случаи если один из двух узлов например узел А передает данные, второй узел Б определяет канал свободным так как уровень сигнала определяемый его приемником низкий. И если второй узел Б решит переда-вать данные и также определит, что канал свободен то оба узла могут начать передачу сообщения на один и тот же узел В одновременно, в результате чего может возникнуть коллизия (рисунок 2.5)

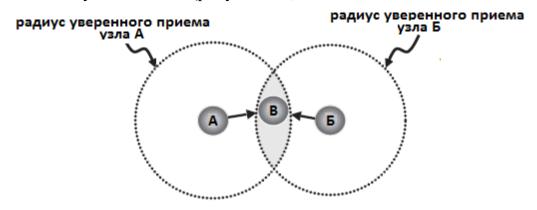


Рисунок 2.5 – Проблема скрытого узла

Одним из возможных методов преодоление данной проблемы это планирование размещения узлов и увеличение выходной мощности, в этом случаи узлы A и Б смогут определить сигналы друг друга.

Может возникнуть еще одна существенная проблема при передачи данных методом CSMA-CA между несколькими парами узлов ZigBee. В случае если узел В намеревается передать сообщение к узлу А в то время как узле Г передает сообщение к узлу Б, метод CSMA-CA предотвратит передачу данных от узла В. Узлы А и Г находятся вне зоны радиуса действия друг друга и коллизия при одновременной передачи данных узлов В и Г возникнуть не может (рисунок 2.6).

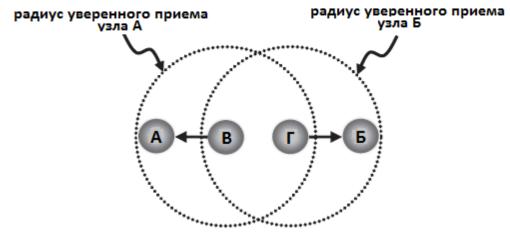


Рисунок 2.6—Зона действия узлов

Когда устройство планирует передать данные, оно вначале переходит в режим обнаружения и оценки уровня энергии в требуемом канале. Эта функция называется определением энергии. Приемник не пытается определить тип сигнала, а только энергетический уровень сигнала. То есть если сигнал занимают нужную полосу частот. Процедура определения уровня энергии может не определить слабые сигналы, когда уровень энергии близок к чувствительности приемника.

Чувствительность приемника определяется как минимальный уровень сигнала который он может успешно детектировать с ошибками пакета данных меньше 1%. Стандарт IEEE 802.15.4 определяет разницу 10 дБ между требуемой чувствительности приемника и требуемым энергетическим уровнем принимаемого сообщения [11].

Индикатор качества канала (LQI) является показателем качества принятых приемником ZigBee пакетов данных. Мощность принятого сигнала RSS может быть использована для измерения качества сигнала. Данный показатель является мерой определяющей полную энергию принимаемого сигнала [11].

Соотношение необходимой энергии сигнала к общей внутриполосной энергии шума (SNR) также позволяет оценить качества сигнала. Более высокое значение показателя SNR приводит к более низкой вероятности ошибки в пакете данных. Таким образом, сигнал с высоким SNR является сигналом с высоким качеством. То есть о качестве канала связи можно судить используя как показатель мощности принимаемого сигнала так и коэффициент SNR [11]. Измерение с помощью индикатора качества канала (LQI) выполняются для каждого принятого пакета. Значение показателя LQI сообщается на уровень МАС и доступна для NWK и APL уровней для любого типа анализа. NWK уровень может использовать в отчетности уровни LQI из устройств в сети, чтобы решить, какой путь будет использоваться для маршрутизации сообщения. В общем, путь, который имеет самую высокое значение LQI имеет больше шансов доставлять сообщения в пункт назначения. LQI является лишь одним из факторов решения при выборе для прокладки сообщение.

2.4 Выводы

Исходя из материалов приведенных выше, можно сделать вывод, что технология ZigBee является перспективной технологией в области, в которой нужно применить, а именно фиксации подвижных объектов и мониторинг городских улиц. Технология ZigBee имеет ряд преимуществ перед другими технологиями, не требующими высокой передачи данных и являющаяся энергосберегающей технологией, что позволяет использовать большое количество времени. Также в ней присутствует технология CSMA-СА(обнаружение коллизий).

Возможность построения сети простой и сложной топологии, следовательно, возможно применять в разветвленных улицах и строениях сложной структуры.

3 Расчет параметров ZigBEE системы

Согласно, всему изложенному выше, для реализации ZigBEE системы на именно фиксации подвижного объекта, ОНЖУН рассчитать энергетическую дальность системы, так как качество связи напрямую зависит от параметров системы, и определить на каком расстоянии передатчик способен реагировать присутствие в своей зоне приемника, так же разработать технологию фиксации автомобилей. Данная технология будет основываться на установление нескольких антенн и с помощью диаграммы направленности этих антенн осуществлять оценку запаздывания сигнала за счет изменения расположения антенн относительно друг друга, что позволит нам определить время необходимое для считывания ZigBEE системой передвигающегося автомобиля, в котором будет находиться приемник. Учитывая то, что антенны будут установлены на столбах, расположенных возле проезжей части, что позволит нам принимать информацию о тех же движущихся автомобилях. Основываясь на энергетической дальности связи, нужно также определить связь в дальней зоне поля, характеристикой в дальней зоне поля является график, исходя из графика возможно определение мощности передатчика.

3.1 Расчет энергетической дальности системы

В расчете параметров ZigBEE антенны главным параметром, который необходимо определить является расстояние считывания (х). Для получения этого параметра так же необходимо определить промежуточные переменные. Для рассматриваемой системы, которая будет использована на шоссе для фиксации объектов, исходными параметрами являются:

- ток в антенне считывателя: I=26,9 мA;
- количество витков антенны передатчика N₁=1;
- количество витков антенны приемника: N₂=1;
- диаметр провода: $d_1=d_2=0.005$ м;
- радиус антенны передатчика: r_1 =0.08 м;
- радиус антенны приемника: $r_2 = 0.05$ м;
- частота взаимодействия: f=2,4 ГГц.
- 3.1.1 Расчет напряженности магнитного поля. Распределение напряженности магнитного поля в зависимости от х круглой катушки, которая часто используется в качестве передающей антенны в ZigBEE-системах с индуктивной связью, описываются следующим выражением:

$$H = \frac{I \cdot N \cdot r^2}{2 \cdot \sqrt{(r^2)^3}}; \tag{3.1}$$

$$H_1 = \frac{26,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 0,08^2}{2 \cdot \sqrt{(0,08^2)^3}} = 0.168 \left(\frac{A}{M}\right);$$

$$H_2 = \frac{26,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 0,05^2}{2 \cdot \sqrt{0,05^{2^3}}} = 0.269 \left(\frac{A}{M}\right);$$

$$H_1=0.168 \left(\frac{A}{M}\right);$$
 $H_2=0.269 \left(\frac{A}{M}\right).$

3.1.2 Расчет площади поверхности катушки приемника. Формула для нахождения площади [17]:

$$A = \pi \cdot r_2^2, \tag{3.2}$$

где:

 $\pi = 3.14$

Тогда площадь равна:

A=3,14·0,05²=7,854·10⁻⁴(
$$M^2$$
)
A=7,854·10⁻⁴(M^2)

3.1.3 Расчет индуктивности витков катушки. Формула для нахождения витков катушки [17]:

$$L=\mu \cdot N \cdot r \cdot \ln\left(\frac{2r}{d}\right); \tag{3.3}$$

где μ =1,257·10⁻⁶ (B·c/A·m) — магнитная постоянная, описывающая магнитную проницаемость вакуума.

Тогда индуктивность L_1 и L_2 равны:

$$\begin{split} L_1 = &1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 0,08 \cdot \ln \left(\frac{2^*0,08}{0,005} \right) = 1,485 \cdot 10^{-7} \; (\Gamma_{\rm H}); \\ L_2 = &1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 \cdot \ln \left(\frac{2^*0,05}{0,005} \right) = 1,883 \cdot 10^{-7} \; (\Gamma_{\rm H}); \\ L_1 = &1,485 \cdot 10^{-7} \; (\Gamma_{\rm H}); \end{split}$$

$$L_2=1,883\cdot10^{-7} (\Gamma_H).$$

3.1.4 Расчет емкости катушки. Формула для нахождения емкости катушки [17]:

$$C = \frac{1}{(2\pi \cdot f)^2 \cdot L}; \tag{3.4}$$

где f = 2,4 ГГц — частота работы антенны.

Тогда емкости катушек C_1 и C_2 :

$$C_{1} = \frac{1}{(2 \cdot 2, 14 \cdot 2, 4 \cdot 10^{9})^{2} \cdot 1,485 \cdot 10^{-7}} = 1,262 \cdot 10^{-14} \text{ (Φ)};$$

$$C_{2} = \frac{1}{(2 \cdot 2, 14 \cdot 2, 4 \cdot 10^{9})^{2} \cdot 1,883 \cdot 10^{-7}} = 2,336 \cdot 10^{-14} \text{ (Φ)};$$

$$C_1=1,262\cdot10^{-14} (\Phi);$$

$$C_2 = 2,336 \cdot 10^{-14} (\Phi).$$

3.1.5 Расчет резонансной частоты.

Для того чтобы проверить правильность вышеприведенных вычислений необходимо найти резонансную частоту.

Формула для нахождения резонансной частоты [17]:

$$f_{pe3} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}.$$
 (3.5)

Подставив значения
$$L_1$$
, C_1 и L_2 , C_2 резонансная частота равна:
$$f_{\text{pes}1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{1,485 \cdot 10^{-7} \cdot 1,262 \cdot 10^{-14}}} = 2,4 \cdot 10^9 \text{ (Гц)};$$

$$f_{pe32} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{1,883 \cdot 10^{-7} \cdot 2,336 \cdot 10^{-14}}} = 2,4 \cdot 10^{9} (\Gamma \text{ц});$$

$$f_{pe31}=2,4\cdot10^9$$
 (Гц);

$$f_{pe32}=2,4\cdot10^9$$
 (Гц).

3.1.6 Расчет входного напряжения. Формула для нахождения входного напряжения [17]:

$$u_{2} = \frac{w \cdot k \cdot \sqrt{L_{1} \cdot L_{2}} \cdot I}{1 + (w \cdot L_{2} + R_{2}) \cdot \left(w \cdot C_{2} + \frac{1}{R_{1}}\right)};$$
(3.6)

где $w = 2\pi f$;

k = 0.01 - коэффициент связи;

 $R_L = 20 \text{ Ом} - \text{сопротивление нагрузки};$

 $R_2 = 1 \text{ Ом} - эффективное сопротивление.}$

Тогда напряжения равно:

$$u_{2} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^{9} \cdot 0,01 \cdot \sqrt{1,485 \cdot 10^{-7} \cdot 1,883 \cdot 10^{-7}} \cdot 26,9 \cdot 10^{-3}}{1 + (2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^{9} \cdot 1,883 \cdot 10^{-7} + 1) \cdot \left(2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^{9} \cdot 2,336 \cdot 10^{-14} + \frac{1}{20}\right)} = 0,007 \text{ (B)};$$

$$u_{2} = 0,007 \text{ (B)}.$$

3.1.7 Расчет добротности контура. Необходимо рассчитать добротность контура, которая показывает, насколько возрастает напряжение и ток в колебательном контуре при возникновении резонанса.

Формула для нахождения добротности контура [17]:

$$Q = \frac{1}{R_2 \cdot \sqrt{\frac{C_2}{L_2}} + \frac{1}{R_L} \cdot \sqrt{\frac{L_2}{C_2}}};$$

$$Q = \frac{1}{1 \cdot \sqrt{\frac{2,336 \cdot 10^{-14}}{1,883 \cdot 10^{-7}}} + \frac{1}{20} \cdot \sqrt{\frac{1,883 \cdot 10^{-7}}{2,336 \cdot 10^{-14}}}} = 7,044 \cdot 10^{-3}.$$

Тогда добротность равна:

$$Q=7,044\cdot10^{-3}$$
.

3.1.8 Расчет минимальной напряженности H_{min} . Для того, чтобы определить максимальное расстояние, при котором работает приемник, необходимо вычислить минимальную напряженность. Формула для нахождения минимальной напряженности [17]:

$$H_{min} = u_2 \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{w \cdot L_2}{R_L} + w \cdot C_2 \cdot R_2\right)^2 + \left(1 - w^2 \cdot L_2 \cdot C_2 \cdot \frac{R_2}{R_L}\right)^2}}{w \cdot \mu_0 \cdot A \cdot N_2}.$$
 (3.8)

Тогда минимальная напряженность равна:

$$\begin{split} H_{min} = &0,007 \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot L_2}{20} + 2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 2,336 \cdot 10^{-14} \cdot 1\right)^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 7,854 \cdot 10^{-4} \cdot 1} + \\ &\sqrt{\left(1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^{9^2} \cdot L_2 \cdot C_2 + \frac{R_2}{R_L}\right)^2} \\ + &\frac{\sqrt{\left(1 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 7,854 \cdot 10^{-4} \cdot 1\right)}}}{2 \cdot 3,14 \cdot 2,4 \cdot 10^9 \cdot 1,257 \cdot 10^{-6} \cdot 7,854 \cdot 10^{-4} \cdot 1} = 0,007 \left(\frac{A}{M}\right); \end{split}$$

$$H_{min} = 0,007 \left(\frac{A}{M}\right).$$

3.1.9 Расчет энергетической дальности действия приемника. Если известна минимально допустимая напряженность магнитного поля, при которой приемник еще способен ответить на запрос считывающего устройства, то с учетом особенности конкретного считывающего устройства становится возможным определить «энергетическую» дальность действия такой системы. Это расстояние не обязательно эквивалентно максимальной дальности действия ZigBEE-системы, поскольку данные, передаваемые приемником, не всегда могут быть корректно приняты считывающим устройством на таком расстоянии [17]:

$$\mathbf{x} = \sqrt{\sqrt{\frac{\mathbf{I} \cdot \mathbf{N}_1 \cdot \mathbf{R}_2^2}{2 \cdot \mathbf{H}_{\min}}}^2}.$$
 (3.9)

Тогда энергетическая дальность равна:

$$x = \sqrt[3]{\left(\frac{26,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1^{2}}{2 \cdot 0,007}\right)^{2}} = 9,557 \text{ (M)};$$

$$x = 9,557 \text{ (M)}.$$

Энергетическая дальность представляет собой максимальную дальность, при которой передатчик способен реагировать на присутствие в своей зоне считывания приемника.

Ниже представлен окно программы для приведенных выше расчетов, в приложении А представлен полный листинг программы на языке Delphi.

Расчет энергетической дально	сти системы	
Ток в антенне считывателя I1, мА	0,0269	Расчет напряженности магнитного поля H1=0,168125 A/м H2=0,269 A/м
Количество витков антенны передатчика: N1	ī	Расчет площади поверхности катушки приемника A = 7.85 *10^-4 м^2
Количество витков антенны приемника: N2	1	Расчет индуктивности витков катушки L1= 1,48514402385541 *10^-7 Гн L2= 1,88281773392868 *10^-7 Гн Расчет емкости катушки
Диаметр провода: d1=d2, м	0,005	C1= 1,26309931334113 *10^-14 Φ C2= 2,33802929731351 *10^-14 Φ
Радиус антенны передатчика: r1, м	0,08	Расчет резонансной частоты Frez1= 2,4 *10^9 Гц Frez2= 2,4 *10^9 Гц
Радиус антенны приемника: r2, м	0,05	Расчет входного напряжения U2= 0,00701091747444974 В
Частота взаимодействия: f2, Ггц	2,4	Расчет добротности контура Q= 7,04496318368531 *10^-3 Расчет минимальной напряженности Hmin
Расчет	Выход	Hmin= 0,007039240 A/H
		Расчет энергетической дальности действия приемни X = 9,5573903753632 м

Рисунок 3.1 – Листинг программы Delphi

3.2 Связь в дальней зоне поля

Определим, в какой зоне поля работает предлагаемая система. Частота взаимодействия системы 2,4 ГГц, следовательно, длина волны:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{866 \cdot 10^6} = 0,125 \text{ m};$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{866 \cdot 10^6} = 0,125 \text{ m};$$

$$\lambda = 0,125 \text{ m},$$

тогда

$$\frac{\lambda}{2 \cdot \pi} = \frac{0,125}{2 \cdot 3,14} = 0,019 \text{ m};$$

$$\frac{\lambda}{2 \cdot \pi} = 0.019 \text{ m};$$

То есть $r>>\lambda/2\pi$, где r — расстояние между передатчиком и приемником. Можно сделать вывод, что в системе преобладает работа в дальней зоне поля [18].

Используя предъявляемые производителями ZigBEE-оборудования параметрами системы, построим график зависимости уменьшения мощности при увеличении расстояния между передатчиком и приемником:

- мощность передатчика: Р=1 мВт;
- усиление антенны: G=1,66;
- коэффициент поляризационного рассогласования: p=1.

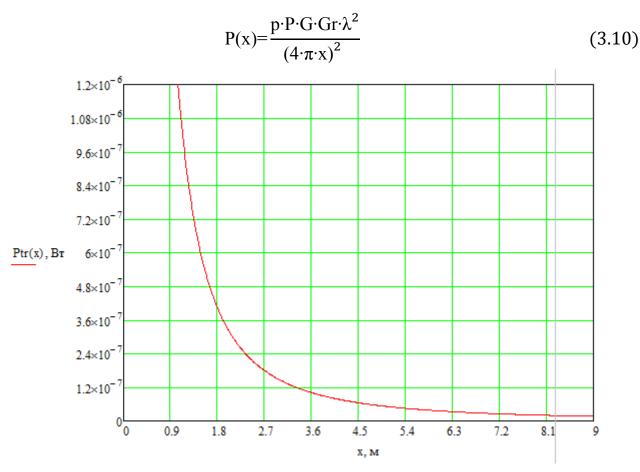


Рисунок 3.2 – График зависимости мощности, принимаемой антенной от расстояния

Из графика видно что мощность на 8 метрах (ширина проезжей части дороги) составляет $0.2 \cdot 10^{-7}$ Вт или -76,99 дбм. Данное значение определено исходя из масштаба графика, где так же видно что на 8 метрах, что является 1/6 клетки от $1.2 \cdot 10^{-7}$ Вт.

3.3 Оценка запаздывания сигнала 2 антенн различного расположения

Диаграмма направленности (ДН) передающей (приемной) антенны характеризует интенсивность излучения антенной в различных направлениях. Для передающей антенны используют ДН по напряженности поля в электрической составляющей электромагнитного поля или по уровню его мощности. Обычно диаграмма направленности антенны строится в полярной координат. Направление максимального излучения называется главным лепестком антенны. Остальные лепестки ДН антенны являются побочными. Лепесток излучения в сторону обратную главному направлению называется задним лепестком ДН антенны. Диаграммы направленности строят вертикальной И горизонтальной плоскостях. Обычно нормированные диаграммы направленности, которые показывают способность антенны работать на передачу (прием) в заданном направлении, независимо от мощности, подводимой к ней. В нормированной диаграмме направленности величина лепестка главного направления излучения принимается за единицу, боковые лепестки строятся в масштабе относительно главного[19].

ДН характеризуется шириной θ_A её главного луча на уровне 0,5 от её максимального значения по мощности:

$$\theta_A = \frac{\lambda}{d_A}.\tag{3.11}$$

Так как рассматривая антенна является узконаправленной, рассмотрим равнобедренный треугольник, с помощью которого определим длину подвижного объекта.

Для построения диаграммы направленности, примем следующие значения:

- длина волны λ =0,125 м;
- длина антенны d_A = 0,25 м;
- ширина диаграммы направленности антенны $\theta_A = 30^{\circ}$.

Моделирование производится из 4 вариантов с разным расположением антенн относительно друг друга целью фиксации подвижного объекта на шоссе, автомобиля. Антенны будут устанавливаться на столбы, которые стоят возле проезжей части, как и упоминалось раннее. Диаграммы направленностей были построены в программе Mathcad 14, окно представлена на рисунке 3.3.

Использование двух антенн позволяет нам определить, в каком направлении передвигается объект.

На рисунке 3.3 представлены диаграммы направленностей 2 антенн повернутых относительно друг друга на $\pm 15^{\circ}$.

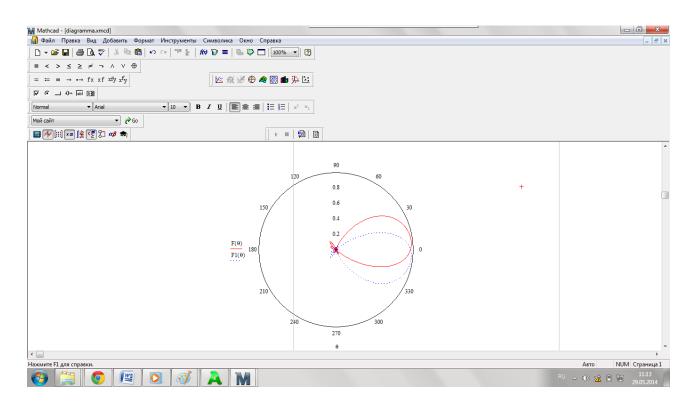


Рисунок3.3 – Окно расчетов диаграмм направленностей в программе Mathcad14

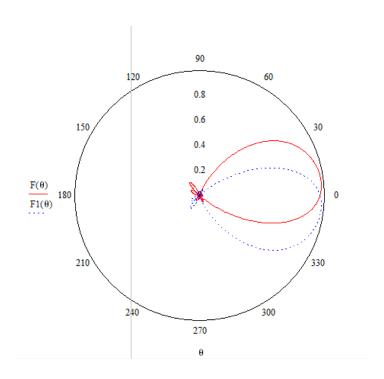


Рисунок 3.4 — Диаграмма направленности 2 антенн, повернутых друг относительно друга на ± 15

Из рисунка 3.3 видим что запаздывания сигнала составляет 3 часть области диаграммы по ширине, условно определим ее как 1,5 м, т.е для определения времени запаздывания прибегнем к простой формуле нахождения времени, а именно:

$$t = S/v, (3.12)$$

где v=60 км/ч, так как это является максимальной скоростью передвижения в пределах города.

Определим время, которое требуется для фиксации объекта на рисунке 3.4. В данном случае:

$$t=1,5/16=0,09$$
 c.

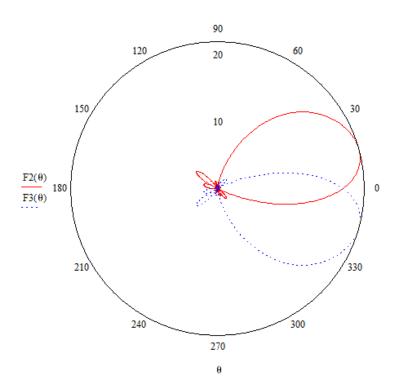


Рисунок 3.5 - Диаграмма направленности 2 антенн, расположенных на одном столбе, повернутых друг относительно друга на $\pm 30^{\circ}$.

Из рисунка 3.4 видим что запаздывания сигнала составляет около 2,5 метров, воспользовавшись так же формулой (3.12), определим время:

$$t=3/16=0,18$$
 c.

Так же представлены на рисунках 3.5 и 3.6 диаграммы направленности 2 антенн, расположенных на разных столбах.

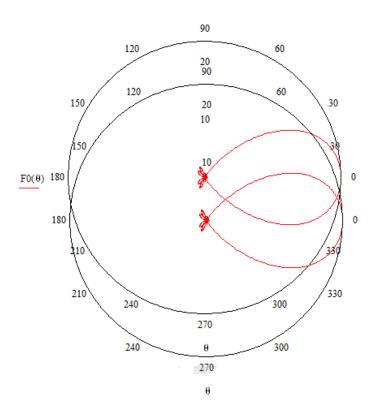


Рисунок 3.6 – Диаграммы направленности 2 антенн на разных столбах расстоянием 4 м

Из рисунка 3.5 наблюдаем наполовину накладывания сигнала, что означает, что время запаздывания составляет:

$$t=2/16=0,12$$
 c

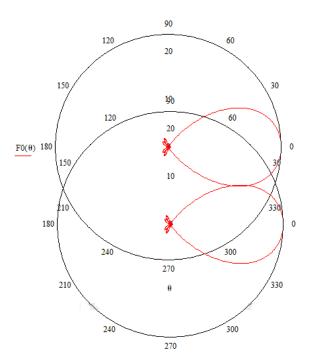


Рисунок 3.7 - Диаграммы направленности 2 антенн на разных столбах расстоянием 8 м

На рисунке 3.6 никаких наложений не наблюдаем, а это значит что сигнал будет приходить в 2 раза позднее чем на рисунке 3.4, и что значит время запаздывания t=0.24 с.

Моделирование производилось для 4 вариантов, наиболее оптимальный вариант является антенн, повернутых относительно друг друга на $\pm 15^{\circ}$, так как меньшее время запаздывания и приемлема для ZigBEE системы. Последние 2 рисунка, именно 3.5 и 3.6 , реализации не могут быть использованы из соображений расположения столбов, для реализации необходимо будет переставлять столбы, что в прицепи не возможно.

3.4 Выводы

Определена напряженность магнитного поля H в ZigBEE системе с рабочей частотой 2,4 ГГц, рассчитаны промежуточные переменные, которые позволили определить энергетическую дальность, составляющую 9,557 м.

Построен график, на котором определили мощность, которая равна $0.2\cdot 10^{-7}$ Вт на расстоянии 8 метров, что соответствует показателям для систем ZigBEE с частотой взаимодействия 2.4 ГГц. Также были построены диаграммы направленности антенн и их расположения друг относительно друга, которые позволяют определить о направлении движения, наиболее оптимальным вариантом является расположение повернутых относительно друг друга на $\pm 15^{\circ}$, так как время запаздывания является наименьшим и соответствует ZigBEE системе.

4 Реализация предлагаемой системы

В данном разделе представлены результаты исследования возможности использования беспроводных сетей ZigBee для фиксации подвижных объектов на шоссе.

Для контроля перемещения подвижных объектов (персонала, оборудования) последние оснащаются беспроводными передатчиками типа "мобильное устройство". Передатчики c некоторой периодичностью отправляют уникальный номер подвижного объекта координатору, который передает номер и мощность принятого сигнала к базовой станции. Используя расстояния методику определения ПО величине принятого сигнала, программное обеспечение верхнего уровня отслеживает перемещение объекта. Также подобрано оборудование разных производителей, согласно мощности и чувствительности приемника выбран наиболее подходящий.

4.1 Общий вид структуры фиксации подвижных объектов и ее реализация

Схема ниже реализуется следующим образом. Подвижный объект, на передатчик «мобильное передает котором установлен устройство» информацию о себе, что он передвигается по данной улице, антенны установленные на столбах считывают информацию об данном объекте, после чего вся собранная информация с антенн, установленных от одного перекрестка до другого, передает число машин на вычислительную технику, которая установлена на светофоре, где он в зависимости от числа накопленных машин, будет переключать свои сигналы, вне зависимости от количества оставшихся секунд на циферблате светофора. Также можно будет реализовать функцию волна». подстраиваться под светофоры «Зеленая TO есть на перекрестках.

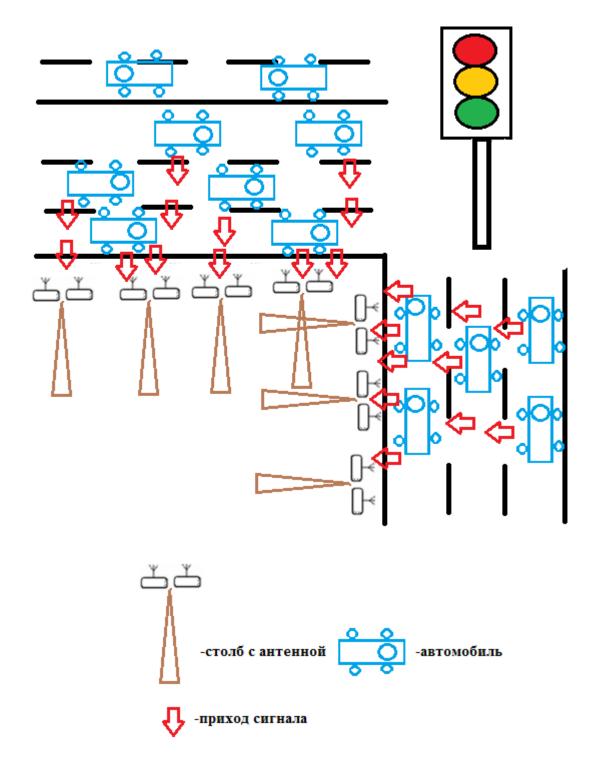


Рисунок 4.1 – Функциональная схема фиксации подвижных объектов

Таблица 4.1 - Основные характеристики трансиверов компании Freescale Semiconductor и Texas Instruments [21]

Freescale Semicond	uctor и Texas In	struments [21]		
Параметр	MC1322X	CC2420	CC2480A1	MC13192/MC1319
				3/MC1
				3202/MC13203
Напряжение	2,03,6 B	2,13,6 B	2,03,6 B	23,4 B
питания				
Рабочий частотный	2,405 2,485	2,4052,485 ГГц	2,4052,48	2,405 2,485 ГГц
диапазон	ГГц		ГГц	
Число каналов/шаг	16/5 МГц	16/5 МГц	16/5 МГц	16/5 МГц
Макс. скорость	250 Кбит/с	250 Кбит/с	250 Кбит/с	250 Кбит/с
радиопередачи				
информации				
Выходная	-304 дБм	-250 дБм	До -1 дБм	-3,6д -0,5 дБм
мощность	(настраивается	(настраивается	(настраива	(настраивается
радиопередатчика	программно)	программно)	ется	программно)
			программн	
			0)	
Чувствительность	-95 дБм	-95 дБм	-92 дБм	-92 дБм
радиоприемника	10 10 7 0 0	10 07 00	10 05 00	40.05.00
Рабочий	-40105 °C	-4085 °C	-4085 °C	-4085 °C
температурный				
диапазон		**		
Особенности	6 активных	- Наличие	нет	- 4 канала
	режимов	аппаратного		событий
	работы, 3	MAC-		внутреннего
	энергосберега	акселератора		таймера.
	ющих	Аппаратный		-Возможность
	Наличие	кодировщик		тактирования
	аппаратного	AES-128		внешнего
	MAC-			микроконтроллер
	акселератора.			a.
	-Аппаратный			- Адаптирован
	кодировщик			под применение
	AES-128.			ZigBee стека
	-Расширенный			Figure 8 Wireless
	набор			Z-Stack
	периферии			
	микроконтролл			
	epa.			
	-Требуется			
	малое			
	количество			
	внешних			
	компонентов			

Из таблицы видно что наиболее подходящим оборудованием является Texas Instruments CC2420, исходя из соответствия мощности оборудования, которая была определена из пункта 3.

4.2 Оборудование для реализации предлагаемой системы

Для построения ZigBee сети была использована платформа Tmote Sky с микроконтроллером MSP430 и с встроенным в нем радио микросхемой CC2420.

На рисунке 4.2 показан внешний вид платформы Tmote Sky и расположение всех устройств на нем.

Платформа ZigBee Tmote Sky представляет собой беспроводной модуль сверхнизкой мощности необходимый для использования сети датчиков. Поддерживает отраслевые стандарты, также как USB и стандарт IEEE 802.15.4. С помощью модуля возможно использовать данные от сенсорных датчиков (температуры, влажности, света и так далее). Возможность повышения производительности, функциональности и расширения.

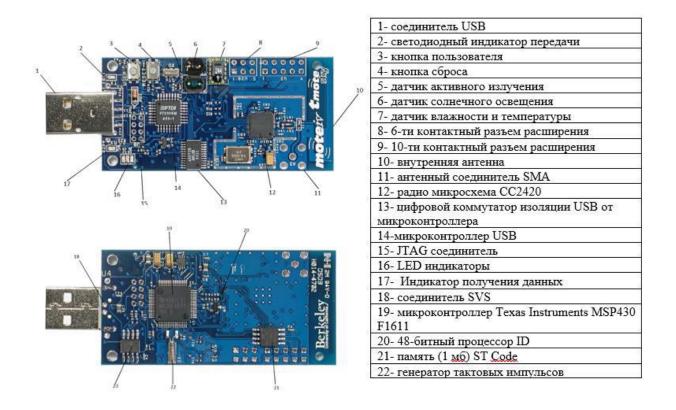


Рисунок 4.1 - Внешний вид и устройство платформы Tmote Sky

Базовая станция работает на основе операционной системы с открытым исходным кодом TinyOS 2.0 [20], это позволяет использовать различные интерфейсы прикладного программирования (API). Библиотека TinyOS включает

в себя различные сетевые протоколы, драйвера датчиков и инструменты сбора данных.

Микроконтроллер MSP430 F1611имеет в своем составе 8 внешних и 8 внутренних портов АЦП. Внутренние порты АЦП могут быть использованы для получения данных от внутреннего термистора или мониторинга напряжения батареи. Также включает в себя два 12-битных порта модуль ЦАП, блок управлением напряжения питания, 3-портовый контроллер DMA.

Доступно подключение различных переферийных устройств SPI, UART, цифровых портов ввода / вывода, сторожевого таймера, и таймеров с захвата и сравнения функциональности. Основные параметры платформы ZigBee Tmote sky приведены в таблице 4.1

Низкое энергопотребление Tmote Sky связано с низкой потребляемой мощностью микроконтроллера MSP430 F1611 (таблица 5.5). Данный микроконтроллер работает с ОЗУ 10 Кбайт, 48 кбайт флеш памяти, и 128 байт хранение информации. Также 16-битный RISC процессор отличается чрезвычайно низким потреблением тока.

Т а б л и ц а 4.1 - Основные характеристики Платформы Tmote Sky

Основные характеристики	Параметры
Производитель	Texas Instruments
Микроконтроллер	MSP430(10k RAM, 48k Flash)
Скорость передачи данных	250 Кбит/с
Протокол передачи данных	IEEE 802.15.4
Встроенные устройства	-АЦП
	-ЦАП
	-Контроль управления
	напряжением питания
	-Контроллер DMA
	-Внутренняя антенна диапазон
	действия: 50 м внутри помещения, до 125
	м на открытом воздухе
Выход из режима "сна"	< 6 мкс
Шифрование и аутотенти-	Аппаратно-канальный уровень
фикация	
Программирование и сбор	через USB
данных	
Поддержка сетей	TinyOS (поддержка ячеистых сетей
	и комму-никационных реализаций.

Частота DCO меняется в зависимости от напряжения и частоты, но возможно ее калибрование с помощью 32 кгц кварцевого генератора.

MSP430 имеет внутренний генератор с цифровым управлением (DCO), который может работать до 8 МГц. DCO может быть выведен из режима сна за

6 мкс. Когда внутренний генератор выключен микропроцессор работает с внешним кварцевым задающим генератором тактовых импульсов 32768 Гц.

Таблица4.2 - Типичные условия эксплуатации

	Значение			
Параметры	Мин.	Номин.	Макс.	
Напряжение питания во время	1,8B		3,6 B	
выполнения программы				
Температура воздуха при работе	-40 °C		85 °C	
- the specific of the specific production				
Минимальная частота работы кварцевого		32,768 кгц		
генератора				
Рабочий ток при Vcc = 3 B, 1 МГц		500 мкрА	600 мкрА	
Ток при работе микроконтроллера		2,6 мкрА	3 мкрА	
в режи-ме"сна"				
Время выхода из режима "сна"		6 мкрс		

4.4 Выводы

Для фиксации подвижных объектов на шоссе выбраны наиболее подходящее оборудование по рабочему диапазону и мощности передатчика, построена функциональная схема для реализации ZigBEE системы. При разработке учтены главные технические переменные, необходимые для правильной реализации оборудования на шоссе. Предложены варианты для устойчивой и бесперебойной работы системы. В качестве используемого оборудования было выбрано следующее оборудование:

- платформа Tmote Sky;
- микроконтроллер MSP430;
- микросхема СС2420;
- -антенна (встроенные с узконаправленной диаграммой направленности).

5 Безопасность жизнедеятельности

5.1 Анализ экологической обстановки в г.Алматы

Алматы – крупнейший город Казахстана. Общая площадь, занимаемая городом, составляет 33,9 тыс. гектаров. Город разделен на 7 административных Ауэзовский, Бостандыкский, районов: Алмалинский, Медеуский, Турксибский, Алатауский. Общая численность состоянию на конец 2007 года составляла 1324,7 тыс. человек. Наиболее проживает часть населения Ауэзовском (25,6%)значительная В Бостандыкском районах (22,2 %)[22].

Природные и климатические особенности местности, где расположен город Алматы, способствуют образованию мощной приземной инверсии температуры, сохраняющейся, особенно в зимний период, длительное время. Город расположен во впадине, где часто наблюдается безветрие, туманы и приземные инверсии, которые затрудняют рассеивание примесей в пространстве. Это приводит к накоплению в приземном слое продуктов загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобилей, выбросами котельных, ТЭЦ, промышленных объектов и т.д., что выражается в явлениях смога, ставших привычными для города Алматы независимо от времени года.

Повторяемость слабых (до 1 м/с) ветров оценивается летом здесь в 71 %, зимой — в 79 %. Среднегодовое значение скорости ветра в городе не превышает 1,7 м/с. Оптимальная аэрация горным стоком наблюдается только в верхней, южной части города, в узкой полосе в пределах 20 км от подножий гор. Однако следует отметить, что именно в этой полосе в настоящее время идет интенсивная застройка высотными зданиями, которые уже существенно затрудняют продвижение воздушных масс, занижая указанный показатель в 20 км.

Кроме того, непродуманная застройка города препятствует естественному движению воздушных потоков в горизонтальном направлении. В последние десятилетия наметилась тенденция к увеличению плотности застройки, включая южную часть города, которая является зоной транзита горновоздушного стока.

В условиях слабой естественной вентиляции воздушных масс загрязнение атмосферного воздуха оказывает прямое негативное воздействие на здоровье населения. По уровню первичной заболеваемости органов дыхания г.Алматы занимает первое ранговое место среди регионов Казахстана.

Мониторинг экологического состояния воздушного бассейна г. Алматы проводится двумя организациями: РГП «Казгидромет» - на пяти стационарных и на пяти высотных постах наблюдения, Управление Госсанэпиднадзора г. Алматы - в различных точках отбора проб в селитебной зоне и вдоль автомагистральных улиц.

Состояние загрязнения воздуха оценивается по результатам анализа и обработки проб воздуха. Основными критериями качества являются значения предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе населенных мест[22].

Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в слое атмосферы превышают ИΧ установленные предельно-При неблагоприятных допустимые значения несколько раз. метеорологических условиях в отдельные периоды концентрации вредных веществ в местах скопления автотранспорта, на главных магистралях города могут возрастать многократно.

По данным ДГП «Центр гидрометеорологического мониторинга» РГП «Казгидромет», несмотря на отсутствие крупных индустриальных предприятий, по степени загрязнения атмосферного воздуха по итогам 2013 года город Алматы опережает многие индустриальные центры республики, такие как Балхаш, Жезказган, Караганда, Риддер, Павлодар, Темиртау, Усть-Каменогорск, Экибастуз.

Уровень загрязнения атмосферы оценивается по величине комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА₅), который рассчитывается по пяти веществам с наибольшими нормированными на ПДК значениями с учетом их класса опасности. Алматы относится к городам Казахстана с систематически многолетним высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. В 2013 году уровень загрязнения воздуха ИЗА₅ в городе Алматы составил — 13,9 и по сравнению с 2012 годом увеличился в 1,15 раз [22].

Для г. Алматы основными загрязнителями атмосферного воздуха выступают диоксид азота (NO_2), диоксид серы (SO_2), оксид углерода (CO) и взвешенные вещества, именно они в основном и определяют экологический риск загрязнения атмосферы и негативно влияют на здоровье человека [22].

5.1.1 Качество состояния атмосферного воздуха г. Алматы.

Контроль качества атмосферного воздуха проводится на 5-ти постах наблюдения за загрязнением (ПНЗ) [22].

- В г. Алматы разовые концентрации вредных веществ превышали предельно допустимую концентрацию (ПДК) и составили:
 - в Бостандыкском (ПНЗ-1) районе диоксида азота 1,4 ПДК;
- в Алмалинском (ПНЗ-12) районе оксида углерода 1,3 ПДК, диоксида азота 1,6 ПДК;
 - в Жетысуском (ПНЗ-16) районе диоксида азота 1,5 ПДК;
- в Ауэзовском (ПНЗ-25) районе оксида углерода и диоксида азота 1,2 ПДК;
 - в мкр. "Тастак-1" (ПНЗ-26) диоксида азота 1,1 ПДК.

Содержание взвешенных веществ, диоксида серы, фенола и формальдегида во всех районах находилось в пределах допустимой нормы.

Таблица5.1 - Концентрации вредных веществ

Наименование	Концентрации кратные ПДК					
примеси	ПНЗ 1	ПНЗ 12	ПНЗ 16	ПНЗ 25	ПНЗ 26	
Взвешенные						
вещества	0,7 ПДК	1,0 ПДК	0,6 ПДК	0,3 ПДК	0,4 ПДК	
Диоксид серы		0,10		0,05		
	0,08 ПДК	ПДК	0,06 ПДК	ПДК	0,05 ПДК	
Оксид углерода						
	0,9 ПДК	1,3 ПДК	1,0 ПДК	1,2 ПДК	0,6 ПДК	
Диоксид азота	1,4 ПДК	1,6 ПДК	1,5 ПДК	1,2 ПДК	1,1 ПДК	
Фенол	0,4 ПДК	0,4 ПДК	0,5 ПДК	0,4 ПДК	0,4 ПДК	
Формальдегид	0,5 ПДК	0,3 ПДК	0,4 ПДК	0,3 ПДК	0,2 ПДК	

В связи с выявленными данными показателями, решили установить дорогостоящее оборудование ZigBEE на пересечении улиц Байтурсынова-Абая, так как данный участок находится в эпицентре загрязнения воздуха, т.е. там где большое скопление машин.

5.2 Сравнительный анализ выбросов парниковых газов автомобилей различного типа

Расчет выбросов парниковых газов автотранспортом г. Алматы (2013 год) [24].

Все расчеты представлены в таблицах.

Таблица5.2 - Распределение автотранспорта по категориям

рини трананарта	Годы					
Виды транспорта	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Автобусы, общее кол-во	11888	9562	8107	8737	9576	9838
Автобусы, частные. влад	8251	5869	3168	3232	4230	4763
Легковые автомобили общее кол-во в тыс. ед-ц	218,2	199,5	254,8	341,1	450,2	453,5
Легковые автомобили частные. влад тыс. ед-ц	210,0	190,6	235,1	319,6	419,7	418,1
Количество автомобилей на 100 человек	18,1	16,0	19,1	25,2	32,1	31,1

Таблица5.3 - Распределение потребление топлива.

Виды топлива, т	Количество, т
Бензин автомобильный	916675
Дизтопливо	1226848
Газ для автомобилей	115691

Т а б л и ц а 5.4- Потребление топлива по категориям транспорта

Тип Виды топлива и доля потребления в %						
Автомобиле			Дизтопливо, т		Газ, т	Доля в %
й	,			, ,		, ,
Легковые	780375	85	350848	28,5	54491	47,1
Транспорт						
малой	106300	12	125000	10,2	49200	42,5
грузоподъем	100300	12	123000	10,2	49200	42,3
ности						
Транспорт						
большой	10000	1,0	216000	17,6	6000	5,2
грузоподъем	10000	1,0	210000	17,0	0000	3,2
ности						
Автобусы	20000	2,0	535000	43,7	6000	5,2
Всего	916675	100	1226848	100	115691	100

5.2.1 Выбросы ПГ автотранспортом, работающим на бензине.

Выбросы главного парникового газа на уровне 1 для всех типов автомобильных бензиновых и дизельных двигателей независимо от технического состояния вычисляются по формуле[24]:

$$Mco_2 = \sum_{1}^{n} m_m \times k_m \times k_{_{9}}, \qquad (5.1)$$

где m_m — количество сожженного автомобилями данного класса (потребление топлива тонны);

 $k_{\scriptscriptstyle 9}$ — коэффициент эмиссии CO_2 для данного вида топлива, который берется из таблицы 4 по умолчанию.

n — число автомобилей, по которым затем производится суммирование выбросов CO_2 .

Т а б л и ц а 5.5 - Количество выбросов CO_2 от автомобилей, работающих на бензине.

Типы автомобилей	топпива	K _m	ΤΩΠΠΙΙΡΩ	Удельный Коэффициент выбросов CO_2 т/ТДж	
легковые	780,38	43,97	34337,6	69,3	2379595,7
автобусы	20,0	43,97	87,94	69,3	6121,4
всего	800375	X	34425,5	X	2385716,1

Далее найдем выбросы CH_4 и N_2O от того же автотранспорта, работающего на бензине.

Наличие данных о типах автомобилей и сожженном топливе (типы технологий) позволяет выполнить расчеты на уровне 2. В этом случае выбросы парникового газа для одного автомобиля определяются как:

$$M_{j} = \sum_{1}^{n} m_{jk} \times T_{k} \times k_{m} \times \Pi R_{jk}, \qquad (5.2)$$

где m_j — удельный выброс парникового газа CH_4 и N_2O автомобилем с двигателем типа k, (кг/ТД;

 T_k – сожженное топливо за расчетный период, тыс.т;

 k_m – переводной множитель для топлива тыс.т в ТДж (см. табл. 3);

 ΠR_{jk} — произведение коэффициентов влияния следующих факторов: технического состояния (Π) и возраста автомобиля (R) на выброс i-го газа.;

n — число автомобилей, по которым затем осуществляется суммирование выбросов.

Т а б л и ц а 5.6 - Количество выбросов CH_4 от автомобилей, работающих на бензине.

Типы автомобилей	топпира	Коэффициент k _m (тыс. т)/ТДж	топлива,	Удельный Коэффициент выбросов <i>СН</i> ₄ т/ТДж	
легковые	780,38	43,97	34337,6	0,033	1133,5
автобусы	20,0	43,97	87,94	0,033	2,9
всего	800,4	X	34425,54	X	1139,4

Tа б л и ц а 5.7 - Количество выбросов $N_2O\,$ от автомобилей, работающих на бензине.

Типы автомобилей	Количество сожженного топлива, тыс.т	Коэффициент k_m (тыс. т)/ТДж		Удельный Коэффициент выбросов N_2O т/ТДж	Количество N_2O , т
легковые	780,38	43,97	34337,6	0,032	109,9
автобусы	20,0	43,97	87,94	0,032	0,28
всего	800,4	X	34425,54	X	110,2

Итак, выбросы от автотранспорта, работающего на бензине, составляют:

$$CO_2 - 2\ 385\ 716,1\ \text{T},$$

 $CH_4 - 1\ 136,4\ \text{T},$
 $N_2O - 110,2\ \text{T}.$

5.2.2 Выбросы ПГ автотранспортом, работающим на дизтопливе.

Далее выполним расчеты выбросов $\Pi\Gamma$ транспортом, работающим на дизтопливе[24].

Т а б л и ц а 5.8 - Количество выбросов CO_2 от автомобилей, работающих на дизтопливе.

Типы автомобилей	Количество сожженного топлива, тыс.т	Коэффициент k_m (тыс. т)/ТДж	Коли- чество топлива, ТДж	Удельный Коэффициент выбросов CO_2 т/ТДж	Количест- во во CO ₂ , т
легковые	350,95	42,50	14911,1	74,1	1154912,5
Транспорт малой грузо-подъемности	125,00	42,50	6312,5	74,1	467756,2
Транспорт большой грузо- подъемности + автобусы		42,50	31917,5	74,1	2365071,8
всего	1226,85	X	53141,1	X	3987740,5

Т а б л и ц а 5.9 - Количество выбросов CH_4 от автомобилей, работающих на дизтопливе.

Типы автомобилей	Количество топлива, ТДж	Удельный Коэффициент выбросов <i>СН</i> ₄ т/ТДж	
легковые	14911,1	0,0039	58,15
Транспорт малой гру подъемности	6312,5	0,0039	24,62
Транспорт большой гру подъемности + автобусы	31917,5	0,0039	124,48
всего	53141,1	X	207,25

Т а б л и ц а 5.10 - Количество выбросов N_2O от автомобилей

Типы автомобилей		Количество топлива, ТДж	Удельный Коэффициент выбросов N_2O т/ТДж	Количество N_2O , т
легковые		14911,1	0,0039	58,15
Транспорт малой г подъемности	рузо-	6312,5	0,0039	24,62
Транспорт большой г подъемности + автобусы	рузо-	31917,5	0,0039	124,48
всего		53141,1	X	207,25

Итак, выбросы от автотранспорта, работающего на дизтопливе, составляют:

$$CO_2$$
 — 987 740,5 т, CH_4 — 207,25 т, N_2O — 207,25 т.

5.2.3 Расчет выбросов ПГ автотранспортом, работающим на газе

Т а б л и ц а 5.11 - Количество выбросов CO_2 от автомобилей на газе.

Типы автомобилей		Коэффициент k_m (тыс. т)/ТДж	топлива, ТДж	I HTT	Количест- во CO ₂ , т
Все виды	115,69	47,31	4 476,29	56,1	250952,1

Т а б л и ц а 5.12 - Количество выбросов CH_4 от автомобилей на газе.

Типы автомобилей	топпива глж	Удельный Коэффициент выбросов CH_4 т/ТДж	Количество <i>СН</i> ₄ , т
Все виды	4473,29	0,092	410,54

Т а б л и ц а 5.13 - Количество выбросов N_2O от автомобилей на газе.

Типы автомобилей	Количест во топлива, ТДж	Удельный Коэффицие	Количество $CH_{4,}$ т
Все виды	4473,29	0.003	13,4

Итак, выбросы от автотранспорта, работающего на газе, составляют:

$$CO_2$$
 - 250952,1 T,
 CH_4 - 410,5 T,
 N_2O - 13,4 T.

Оценим суммарные выбросы ПГ автотранспортом города.

Таблица5.14 - Сумма выбросов парниковых газов

Топливо	Парниковые газы, т			
ТОПЛИВО	CO_2	CH_4	N_2O	
Бензин	2385716,1	1136,4	110,2	
Дизтопливо	3987740,5	207,25	207,25	
Газ	250952,1	410,54	13,4	
Всего	6624408,7	1754,19	330,85	

Можно сделать вывод о том что самое большое количество выбросов парниковых газов от автотранспорта составляет CO_2 , т.е. углекислый газ,

причем в 1000 раз больше чем CH_4 , а в свою очередь CH_4 больше в 10 раз N_2O , что пагубно влияет на здоровье жителей города Алматы.

5.3 Влияние режима работы автомобиля на токсичность отработавших газов

Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработавшими газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов[23].

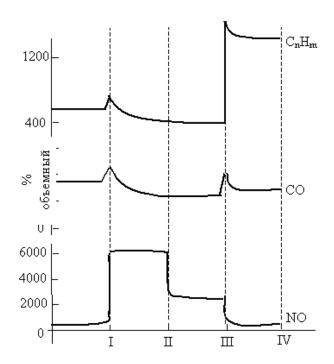
С точки зрения наносимого экологического ущерба, автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнения воздуха — до 80%, шум — 50%, воздействие на климат — около 65%. Вызывает тревогу тот факт, что, несмотря на проводимую работы, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от автотранспортных средств увеличивается в год в среднем на 3,2%.

Одним из путей повышения экологической безопасности автотранспорта является сокращение вредных выбросов в окружающую среду двигателями автомобилей до уровня, отвечающего жестким европейским нормам.

Работа двигателя автомобиля характеризуется частой сменой скоростных и нагрузочных режимов, каждому из которых соответствует определенное количество токсичных веществ в отработавших газах. Их концентрация в широких пределах в зависимости от отдаваемой двигателем мощности, температурного режима, частоты вращения коленчатого вала, квалификация водителя и др. Для каждого режима существуют теоретические идеальные составы горючей смеси, обеспечивающие минимальное количество токсичных веществ в продуктах сгорания. Автомобили, движущиеся с постоянной скоростью, выделяют меньше токсичных веществ, чем автомобили, движущиеся неравномерно. реальных условиях эксплуатации В автотранспортных средств в городской черте работают при непрерывном изменении режимов: различают два режима движения: городской, около пяти переключений передачи на 1 км пути и шоссейный – на порядок меньше.

Максимальный выброс CO наблюдается при работе на холостом ходу, а при ускоренном движении автомобиля отработавшие газы характеризуются максимальным выбросом NO_x . На рисунке показана зависимость состава отработавших газов от режима движения автомобиля. При движении автомобиля с постоянной скоростью количество токсичных выбросов значительно меньше[23].

Дизельные двигатели в отличие от карбюраторных двигателей при работе на неустановившихся режимах выделяют значительно меньше токсичных компонентов. В период разгона автомобиля с дизельным двигателем значительно увеличивается дымность отработавших газов, но при этомнаблюдается только несущественное возрастание концентрации CO, C_n H_m и NO_2 . При торможении двигателем содержание токсичных компонентов и сажи в отработавших газах практически снижается до нуля[24].



I – холостой ход; II – разгон; III – установившийся режим; IV – замедление

Рисунок 5.1 — Зависимость состава отработавших газов от режима движения автомобиля

В двигателях с искровым зажиганием существенное влияние на процесс сгорания и, следовательно, и на токсичность выброса оказывают коэффициент избытка воздуха и угол опережения зажигания. Поэтому, правильно подбирая указанные параметры с точки зрения оптимальных условий процесса сгорания во всем диапазоне режимов работы двигателя, можно значительно снизить выброс токсичных компонентов (СО и С_пH_m), являющихся продуктами Содержания некачественного сгорания топлива. описи углерода углеводородов на холостом ходу, режимах ускорения, а так же при замедлении автомобиля достигают максимального значения.

Автомобиль в городских условиях движется относительно небольшую часть времени с установившейся скоростью. Степень загрязнения воздуха отработавшими газами зависят от интенсивности автомобильного движения, времени дня, метеорологических условий и др.

Между концентрацией окиси углерода в воздухе и интенсивностью автомобильного движения существует корреляционная зависимость. Повышения интенсивности автомобильного движения с 2000 автомобили в час до 4000 увеличивает содержание окиси углерода в воздухе, практически в три раза, с 0,0005 до 0,0017 %. Максимальная концентрация окиси углерода в рабочие дни отмечается дважды: в утреннее и вечернее время, а в выходные и

праздничные дни — только вечером, что согласуется с интенсивностью транспортных потоков в указанные часы суток. Интенсивность транспортных потоков в особенности в центральной части города ежегодно увеличивается на 5-10% [23].

5.4 Рекомендации по снижению выбросов от автотранспорта:

- 1) Известно, что моторные топлива, выпускаемые различными нефтеперерабатывающими заводами, на сегодняшний день не соответствуют экологическим международным требованиям, считаем необходимым повышение качества моторного топлива за счет использования бензина и экологическими с улучшенными свойствами дизельного топлива Европейским стандартам не ниже Е5)[23].
- 2) Представляется перспективным использовать в качестве моторного топлива природный газ и водород, которые экологически безвредны, а также биотопливо.
- 3) Приведение в соответствие с современными экологическими требованиями нормативно-правовой базы по охране атмосферного воздуха от загрязнения обеспечат экологическую безопасность и региона, и города Алматы.
- 4) Выполнение этих пунктов существенно снизит выбросы токсичных продуктов сгорания движущимся автотранспортом.

6 Технико-экономическое обоснование проектирования ZigBeeсистемы для фиксации подвижных объектов

6.1 Цели и задачи проекта

Использование ZigBee решает ряд задач — фиксация подвижных объектов на шоссе, мониторинг всего шоссе, предотвращение образование дорожных заторов. Как предсказывают производители, в недалеком будущем технология ZigBee сильно изменит ситуацию в сфере автоматизации и персональных беспроводных сетей (WPAN). Основными целями на шоссе являются, сокращение времени простоя перед светофорами, а именно при большом количестве машин переключать свет светофора. Применение технологии ZigBee весьма перспективно в этом направлении. В первую очередь — цена, в сравнении с аналогичными системами, работающими на других стандартах. Во-вторых, помимо экономической эффективности, нельзя не сказать о его социальной эффективности, а это также является не мало важным показателем на сегодняшний день. Так как мы живем в условиях городских застроек, в крупном мегаполисе с большим количеством людей.

Важным является один немаловажный момент — срок службы устройств, в сравнении с другими технологиями он много больше, т.к. устройству не нужно работать постоянно, устройство в среднем работает всего 7 — 8 секунд в минуту, что ведет к снижению затрат на энергоснабжение и обслуживание устройств. Использование технологии ZigBee позволяет осуществлять практически полный контроль качества производственной обстановки. Использование ZigBee позволяет существенно сократить энергопотребление в целом. Эти составляющие в конечном итоге являются показателями повышения качества производства.

Сейчас уже существует достаточно систем мониторинга шоссе, но все они имеют высокую себестоимость относительно системы рассмотренной в выпускной работе.

6.2 Финансовый план

6.2.1 Расчет инвестиционных затрат.

Капитальные вложение включают в себя стоимость оборудования, монтажных работ и транспортных услуг.

Общие капитальные вложения[25]:

$$K = K_0 + K_M + K_{P,}$$
 (6.1)

где K_O - затраты на оборудование;

 K_{M} - капитальные вложения на монтажные работы;

 K_{TP} - капитальные вложения на транспортные расходы (5-10 % от стоимости оборудования).

Т а б л и ц а 6.1 – Затраты на оборудование

Наименование видов	Количество,	Цена, тенге	Сумма,
оборудования	ШТ	цена, тенге	тенге
ZigВеемодуль	10	2 488	24880
Системный блок	1	80 000	80 000
EAP-E Ethernet Access Point	1	26 442	26 442
Монитор	1	20 000	20 000
Программное обеспечение	2	37 000	74 000
ИТОГО:			225322

Капитальные вложения на транспортные расходы:

$$K_{TP} = K_0 \cdot 0.05 = 225 \ 322 \cdot 0.05 = 11 \ 266 \ \text{Tehre}.$$
 (6.2)

Таблица6.2 – Капитальные вложения

Наименование статей	Сумма, тенге
Затраты на оборудование	225 322
Капитальные вложения на монтажные работы	270 000
Капитальные вложения на транспортные расходы	11 266
Общие капитальные вложения	506 588

Общие капитальные вложения:

6.2.2 Эксплуатационные расходы.

В процессе обслуживания и предоставления услуг связи осуществляется деятельность, требующая расхода ресурсов предприятия. Сумма затрат за год и составит фактическую производственную себестоимость или величину годовых эксплуатационных расходов[25].

$$\Sigma \mathcal{G} = \Phi O T + O c + \mathcal{G} + A o + M + \Pi \mathbf{q} + H, \tag{6.3}$$

где ФОТ - фонд оплаты труда всех работников предприятия;

Ос - социальный налог;

M - материальные затраты и запасные части (расходы на запасные части и текущий ремонт составляют 0,5 % от капитальных вложений);

Э - затраты на электроэнергию;

Ао - амортизационные отчисления;

Пч - платежи за использование частот;

Н - накладные расходы (косвенные расходы, сюда можно отнести все неучтенные расходы - управленческие, хозяйственные, затраты на обучение кадров, транспортные расходы). Обычно это 30 % от себестоимости.

Определим фонд оплаты труда ФОТ[26]:

$$\Phi OT = 3_{\text{осн}} + 3_{\text{лоп}}, \tag{6.4}$$

где $3_{\text{осн.}}$ - основная заработная плата; $3_{\text{доп.}}$ - дополнительная заработная плата.

Т а б л и ц а 6.3 – Заработная плата сотрудников

Наименование категории	Численность	Мес. ЗП,	Итого по	Годовая
работников	по штату,	тенге	категории,	3П, тенге
	человек		тенге	
Руководитель проекта	1	200 000	200 000	2 400 000
Оператор	1	120 000	120 000	1 440 000
Итого	2	320 000	320 000	3 840 000

Дополнительная заработная плата составит 20 % от основной:

$$3_{\text{доп}} = 3840000 \cdot 0.2 = 768000$$
 тенге.

Тогда ФОТ составит:

$$\Phi$$
OT = 3 840 000+768 000 = 4 608 000 тенге.

Отчисления в пенсионный фонд составляют 10 % от ФОТ[26]:

$$\Pi \Phi = 0.1 \cdot \Phi OT, \tag{6.5}$$

 $\Pi \Phi = 0.1 \cdot 4608000 = 460800$ Tehre.

Социальный налог составит 11 % от ФОТ. Тогда с вычетом пенсионного фонда социальный налог составит[25]:

$$O_C = 0.11 \cdot (\Phi OT - \Pi \Phi),$$
 (6.6)

$$O_C = 0.11 \cdot (4608000-460800) = 456192$$
 Tehre.

Нормы амортизационных отчислений для отрасли связи составляют до 25 % в год. Примем норму амортизации равной 15 %, т.к. устройство большую часть времени находится в режиме «засыпания», т.е. включается каждые 7 секунд[25]:

$$Ao = (K \cdot H_A) / 100\%,$$
 (6.7)

Ao= $1\ 002\ 944 \cdot 15/100 = 150\ 442\ \text{Tehre}$.

Материальные затраты и расходы на запасные части и текущий ремонт составляют 0.5 % от капитальных вложений[25]:

$$M = (K \cdot 0.5\%) / 100\%, \tag{6.8}$$

 $M = 1\ 002\ 944 \cdot 0.005 = 5014.72\ \text{Tehre}.$

Затраты на электроэнергию для производственных нужд, включают в себя расходы электроэнергии на оборудование и дополнительные[25].

$$9=3_{\text{эл.энобор}}+3_{\text{доп.нуж}};$$
 (6.9)

$$3_{\text{эл.эн обор}} = W \cdot S \cdot T;$$
 (6.10)

где W – потребляемая мощность; суммарная мощность: W= 0,0288 кВт;

т.к. устройство большую часть времени находится в режиме «засыпания» общее время работы в год составит примерно:

т.к. в минуту время работы составит примерно t=8,57 c,

то в год Т=1252 ч/год;

Т – количество часов работы;

S – стоимость киловатт-часа электроэнергии, 1 кВт/час = 12 тенге;

$$3_{\text{эл.эн обор}} = 0,0288 \cdot 1252 \cdot 12 = 433$$
 тенге.

Затраты электроэнергии на дополнительные нужды возьмем по укрупненному показателю 5% от затрат на электропитание оборудования[25]:

$$3_{\text{доп.нуж}} = 0.05 \cdot 3_{\text{эл.эн обор}}$$
. (6.11)

Определим затраты электроэнергии на дополнительные нужды:

$$3_{\text{поп. нуж}} = 0.05 \cdot 433 = 21,65 \text{ тенге.}$$

Тогда затраты на электроэнергию для производственных нужд:

$$9=433 + 21,65 = 454,65$$
 Tehre.

Накладные расходы составляют 30 % от себестоимости[25]:

$$H=0,3 \cdot C.$$
 (6.12)

Эксплуатационные расходы без накладных расходов приведены в таблице 6.4.

Т а б л и ц а 6.4 – Годовые эксплуатационные расходы без учета накладных расходов

Показатель	Сумма, тенге
ФОТ	4 608 000
Отчисления на социальный налог	456 192
Амортизационные отчисления	150 442
Материальные затраты	5014,72
Затраты на электроэнергию	454,65
Эксплуатационные расходы без накладных расходов	5 220 103

Определим накладные расходы:

Таким образом, годовые эксплуатационные расходы (рисунок 6.1) составят:

$$\Sigma \Im = 5\ 220\ 104 + 1\ 566\ 032 = 6\ 786\ 136\ \text{Tehre}.$$

Диаграмма структуры эксплуатационных затрат приведена на рисунке 6.1.

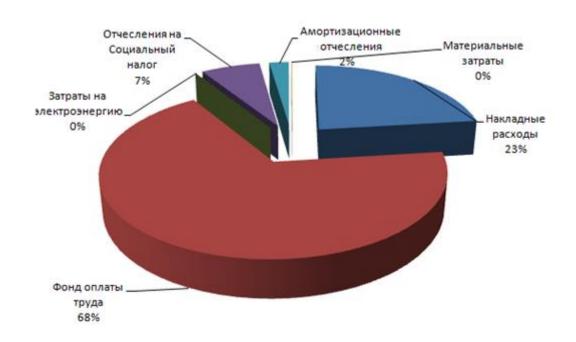


Рисунок 6.1 – Диаграмма структуры эксплуатационных затрат

Общие капитальные вложения составят 506 588 тенге, годовые эксплуатационные расходы 6786 136 тенге. В структуре годовых эксплуатационных расходов большую часть займет фонд оплаты труда работников (68 %), а также накладные расходы (23 %).

6.3 Оценка эффективности инвестиционного проекта со стороны социальной направленности

Как правило, принятие решения о реализации инвестиционного проекта основано на его экономических результатах (чистой современной стоимости, индексе доходности, периоде окупаемости), в данном контексте доказательства наличия социального эффекта могут послужить важным доводом в пользу проектов, носящих социальный характер. Результаты оценки социальной, градостроительной, оборонной и экологической эффективности могут служить доказательством того, что инвестиции нацелены на повышение качества жизни населения, а не носят исключительно имиджевый характер[26].

Как правило, положительные эффекты, возникающие в ходе реализации проекта, рассматриваются как дополнительные показатели инвестиционной привлекательности и учитываются при принятии окончательного решения. Однако в настоящее время процедура оценки данных результатов осуществляется, как правило, при помощи экспертизы, то есть носит субъективный характер.

Таким образом, наиболее рациональным решением данного вопроса является разработка механизма приведения указанных дополнительных эффектов к общей системе количественной оценки в форме стоимостного выражения социального и других эффектов.

В данном случае сделать однозначный выбор сложно, необходимо ввести дополнительные параметры оценки эффективности проектов. Так как проекты имеют социальную направленность, имеет смысл оценить их социальную эффективность.

В качестве базового показателя для расчета стоимостной оценки социальной эффективности проекта возьмем интегральный показатель социального эффекта от реализации инвестиционного проекта (ES - social effect), рассчитываемого по формуле[26]:

$$E_S = C_{RU} \cdot C_{SE} \,, \tag{6.13}$$

где C_{SE} — (social efficiency coefficient) коэффициент социальной эффективности;

 C_{RU} – (regional utility coefficient) коэффициент региональной полезности.

Социальная эффективность понимается как положительное последствие от реализации инвестиционного проекта для населения, которое выражается в улучшении качества жизни при увеличении объема или предложения новых услуг, повышения доступности, своевременности и регулярности их предоставления.

Оценка социальной эффективности осуществляется с помощью системы показателей социальной эффективности проекта. Коэффициент социальной эффективности проектов рассчитывается, как средневзвешенное значение показателей социальной эффективности проекта по формуле [26]:

$$C_{SE} = \sum_{i=0}^{N} ISE_i \cdot W_i \tag{6.14}$$

где ISE – (indicator of social efficiency) значение показателя социальной эффективности (в %);

W – (weight) вес (значимость)показателя;

N – количество показателей;

і – номер показателя.

Вес и значение показателей определяется на основе предпочтений Показатели общественной эффективности ΜΟΓΥΤ результаты реализации инвестиционного проекта для общества, в том числе как непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты и результаты в смежных секторах экономики, экологические, социальные И иные эффекты. Показатели, внеэкономические используемые ДЛЯ оценки социальной эффективности проектов, представлены.

Проведем оценку социальной эффективности проекта, по результатам чего сделаем выводы о целесообразности реализации проектов.

Т а б л и ц а 6.5 – Показатели оценки социальной эффективности

проектов по степени социальной направленности проекта

Показатель	Bec	Значение (%)	Взвешенное
			значение
			(%)
Приоритетность	0,15	100	15
Обеспеченность услугами	0,25	100	25
Отраслевая принадлежность	0,4	20	8
проекта			
Охват результатами проекта	0,2	60	12
ИТОГО:	1	60	

Т а б л и ц а 6.6 – Показатели оценки социальной эффективности проектов по степени влияния результатов реализации ИП на жизнь населения

Значение (%) Показатель Взвешенное Bec значение (%) 0,24 Цены на услуги по 75 18 сравнению с ценами конкурентов Повышения уровня 0,13 40 5,2 занятости населения Влияние на объем услуг 0,45 45 100 13,3 Влияние на качество услуг в 0.19 70 результате реализации

Т а б л и ц а 6.7 – Показатели оценки социальной эффективности

81,5

1

проектов по финансовой обеспеченности и срокам реализации ИП

проекта ИТОГО:

Показатель	Bec	Значение (%)	Взвешенное
			значение
			(%)
Обеспеченность	0,25	25	6,25
финансированием			
Реализация принципов	0,45	100	45
софинансирования			
Ввод в эксплуатацию	0,16	70	11,2
объектов основных средств			
Состояние завершенности	0,14	100	14
объекта			
ИТОГО:	1	76,4	5

$$C_{SE} = (60\% + 81.5 + 76.45)/3 = 72.62$$

В основе расчета коэффициента областной полезности лежит определение отношений показателей социально-экономической обеспеченности РК и рассматриваемого региона по формуле[26]:

$$C_{RU} = (P_S + P_I + L_p)/3,$$
 (6.15)

где P_S — (provision of services) соотношение уровней обеспеченности услугами, оказываемыми в ходе реализации проекта, в расчете на душу населения (РК к области);

 P_I — (provision of investment) соотношение уровней обеспеченности инвестициями в основной капитал в расчете на душу населения (РК к области);

 L_p – (price level) соотношение среднегодовых уровней цен на услуги, оказываемые в ходе реализации проекта, в расчете на 1 услугу (область к РК).

Выбор и количество данных показателей зависит от анализируемого проекта. В результате получим показатель, характеризующий значимость для региона последствий реализации инвестиционного проекта.

Расчет коэффициента региональной полезности представлен в таблице 6.6.

Т а б л и ц а 6.8 – Расчет коэффициента областной полезности

реализации проект	a		
Территория	Обеспеченность	Обеспеченность	Уровень цен
	услугами, тенге	инвестициями в	на услуги, тенге
		основной капитал,	
		тенге	
РК	181,8	44 686	3 809,7
Алматинская область	101,6	49 501	4 894,6
Соотношение	1,789	0,903	1,285
Среднее значение		$C_{RU} = 1,3255$	

Значение интегрального показателя социального эффекта от реализации инвестиционного проекта $E_S > 1$, свидетельствует о том, что проект имеет социальную направленность, значительно влияет на жизнь населения, является актуальным для области.

6.4 Выводы:

В данной главе были рассчитаны капитальные вложения, эксплуатационные расходы и социальный эффект.

Общие капитальные вложения составят 506 588 тенге, годовые эксплуатационные расходы 6 786 136 тенге. В структуре годовых эксплуатационных расходов большую часть займет фонд оплаты труда работников (68 %), а также накладные расходы (23 %).

Так как говорилось ранее, значение интегрального показателя социального эффекта от реализации инвестиционного проекта $E_S > 1$, свидетельствует о том, что проект имеет социальную направленность, значительно влияет на жизнь населения, является актуальным для области.

Заключение

Рассмотрены основные проблемы внедрения ZigBEE системы для фиксации подвижных объектов.

Определи, что в ZigBEE системе есть преимуществ по сравнению с другими технологиями, является энергосберегающей системой, что позволяет применить ее в разработанном дипломном проекте

Для работы системы с частотой взаимодействия 2,4 ГГц рассчитаны элементы цепи антенны и приемника: $L_1=1,485\cdot 10^{-7}$ Гн, $L_2=1,883\cdot 10^{-7}$ Гн, $C_1=1,262\cdot 10^{-14}$ Ф, $C_2=2,336\cdot 10^{-14}$ Ф. Минимальная напряженность для включения транспондера $H_{min}=0,007$ А/м. Энергетическая дальность системы x=9,557 м.

Кроме этого были построены диаграммы направленности узконаправленных антенн, меняли расположение их друг относительно друга, что позволило нам определить наиболее минимальное запаздывания сигнала, которое составило t=0.09 с, что соответствует времени необходимое для считывания ZigBEE системой.

Разработана схема ZigBEE - системы для фиксации подвижных объектов. Выбрано оборудование: платформа Tmote Sky; микроконтроллер MSP430; микросхема CC2420; антенна (с узконаправленной диаграммой направленности).

Произведены расчеты суммы выбросов парниковых газов и ее влияние на безопасность жизнедеятельности, в котором наибольшую долю приходится на бензин, так же в экономической части был рассчитан коэффициент $E_s > 1$, который свидетельствует о том, что проект имеет социальную направленность.

Список литературы:

- 1 Пробка, интернет страница «Луркоморье», http://lurkmore.to/Пробка
- 2 Потери от пробок, Интернет страница «Nur.kz», http://news.nur.kz/254433.html
- 3 Технология позиционирования наземных подвижных объектах в сетях GSM, интернет страница «Молодой ученый», http://www.moluch.ru/conf/tech/archive/55/2844/
- 4 Понятие о спутниковых системах позиционирования, интернет страница «Bygeo.ru», http://www.bygeo.ru/materialy/pervyi_kurs/topografia-chtenie/1607-ponyatie-o-sputnikovyh-sistemah-pozicionirovaniya.html
- 5 Кунегин С.В., Недостатки ГЛОНАСС и GPS, интернет страница «Информационные технологии», http://kunegin.com/ref6/gps/char2.htm
- 6 Определение местоположения абонента в сетях GSM, Интернет страница «Amobile», http://www.amobile.ru/info/tech/gps/location.htm
- 7 Поникар А.В., Евсеев О.В., Анциперов В.Е., Мансуров Г.К., Исследование возможности локального позиционирования в беспроводных сетях IEEE 802.15.4, IV Всероссийская конференция «Радиолокация и радиосвязь» ИРЭ РАН, 29 ноября -3 декабря 2010 г.
- 8 Бармаш М.А., Теоретические основы ликвидации дорожных пробок, Интернет страница «Ликвидация дорожных пробок», http://www.barmash.ru/
 - 9 Патент 2125295 РФ, МПК G08G1/00 (2007.11); Опубл. 20.01.2009
 - 10 Патент 2158004 РФ, МПК G01S13/78 (2000.04); Опубл. 20.10.2009
- 11 Shahin Farahani ZigBee Wireless Networks and Transceivers / Newnes. 2008.
- 12 Стандарт 802.15.4. ZigBee-2006. М: Издательство Copyright 2014 IEEE, 2014.
 - 13 Стандарт IEEE 802.15.4. Zigbee. М: Издательство Finestreet, 2011.
- 14 Аношин А.О., Головин А.В. Стандарт МЭК 61850. Информационная модель устройства // Новости ЭлектроТехники. 2012. № 5(77)
- 15 Автоматизация диспетчерского управления в электроэнергетике / Под общей ред. Ю.Н. Руденко и В.А. Семенова. М.: Издательство МЭИ, 2000. 648 с.
- 16 Kouba A., Alves *M.*, A Comprehensive Simulation Study of Slotted CSMA/CA for IEEE802.15.4 Wireless Sensor Networks. Proceedings of the 6th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS 2006).
- 17 Финкенцеллер К. RFID-технологии: справочное пособие М.: Додэка-XXI, 2010
 - 18 Шарфельд Т. Системы RFID низкой стоимости М.: Мир, 2006
- 19 Диаграмма направленности, ДН антенны, интернет страница «MobileRadio», http://mobilradio.ru/information/vocabulary/diagramma.htm
- 20 Chipcon CC2420 Data Sheet, интернет страница компании «Texas Instruments», http://www.chipcon.com

- 21 Перспективы использования беспроводных технологий, интернет страница «Время технологий», http://www.russianelectronics.ru/leader-r/review/40498/doc/44411/
- 22 Экопрограмма 2013 год, интернет страница «Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан», cng.kz/wp-content/uploads/2013/files/ecoprogramm.doc
- 23 Туленов А.Т., Влияние режима работы автомобиля на токсичность отработавших газов, интернет страница «Наука», www.rusnauka.com/19 DSN 2010/Tecnic/69849.doc.htm
- 24 Методические указания по расчету выбросов парниковых газов от предприятий автотранспорта, интернет страница «Министерства окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан», www.eco.gov.kz/new2012/ministry/normative-and-legislative.../3123-2/
- 25 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров.— Алматы, АИЭС, 2009 г
- 26 Богданова А. С. Оценка эффективности инвестиционных проектов, имеющих социальную направленность, IV Международная студенческая электронная научная конференция ИРЭ РАН, 15 февраля 31 марта 2012 года, http://www.rae.ru/forum2012/21/2460

Приложение A Листинг программы в языке Delphi

```
unit Mika1;
interface
uses
Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls, Forms,
Dialogs, StdCtrls;
type
TForm1 = class(TForm)
lbl1: TLabel;
lbl2: TLabel;
lbl3: TLabel;
lbl4: TLabel;
lbl5: TLabel;
lbl6: TLabel;
lbl7: TLabel;
edt1: TEdit;
edt2: TEdit;
edt3: TEdit;
edt4: TEdit:
edt5: TEdit;
edt6: TEdit;
edt7: TEdit;
lbl8: TLabel;
btn1: TButton;
lbl9: TLabel;
btn2: TButton;
lbl10: TLabel;
lbl11: TLabel;
lbl12: TLabel;
lbl13: TLabel;
procedure edt1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt6KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure edt7KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
procedure btn1Click(Sender: TObject);
procedure btn2Click(Sender: TObject);
procedure edt1Change(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }
```

```
Продолжение приложения А
public
{ Public declarations }
end;
var
Form1: TForm1;
implementation
{$R *.dfm}
procedure TForm1.edt1KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
case Key of
#8,'0'..'9':;
begin
if Key <> DecimalSeparator then
Key := DecimalSeparator;
if Pos(DecimalSeparator,Edt1.Text) <> 0
then Key := Chr(0);
end;
#13:Edt2.Setfocus;
else
key := Chr(0);
end;
end;
procedure TForm1.edt2KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
case Key of
#8,'0'..'9':;
'.',':
begin
if Key <> DecimalSeparator then
Key := DecimalSeparator;
if Pos(DecimalSeparator,Edt2.Text) <> 0
then Key := Chr(0);
end;
#13:edt3.SetFocus;
Else
key := Chr(0);
end;
procedure TForm1.edt3KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
case Key of
#8,'0'..'9':;
```

```
Продолжение приложения А
begin
if Key <> DecimalSeparator then
Key := DecimalSeparator;
if Pos(DecimalSeparator,Edt3.Text) <> 0
then Key := Chr(0);
end;
#13:edt4.SetFocus;
else
key := Chr(0);
end;
end:
procedure TForm1.edt4KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
case Key of
#8,'0'..'9':;
'.',':
begin
if Key <> DecimalSeparator then
Key := DecimalSeparator;
if Pos(DecimalSeparator,Edt4.Text) <> 0
then Key := Chr(0);
end;
#13:edt5.SetFocus;
Else
key := Chr(0);
end;
end;
procedure TForm1.edt5KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
begin
case Key of
#8,'0'..'9':;
'.',':
begin
if Key <> DecimalSeparator then
Key := DecimalSeparator;
if Pos(DecimalSeparator,Edt5.Text) <> 0
then Key := Chr(0);
end;
#13:edt6.SetFocus;
else
key := Chr(0);
end;
```

```
Продолжение приложения А
     end;
      procedure TForm1.edt6KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
     begin
     case Key of
     #8,'0'..'9':;
      '.',':
     Begin
     if Key <> DecimalSeparator then
     Key := DecimalSeparator;
     if Pos(DecimalSeparator,Edt6.Text) <> 0
     then Key := Chr(0);
     end:
     #13:edt7.SetFocus;
     else
     key := Chr(0);
     end;
     end;
     procedure TForm1.edt7KeyPress(Sender: TObject; var Key: Char);
     begin
     case Key of
     #8,'0'..'9':;
     ' ' ' ' ' :
     begin
     if Key <> DecimalSeparator then
     Key := DecimalSeparator;
     if Pos(DecimalSeparator,Edt7.Text) <> 0
     then Key := Chr(0);
     end;
      #13:btn1.SetFocus;
     else
     key := Chr(0);
     end;
     end:
     procedure TForm1.btn1Click(Sender: TObject);
      var i1,n1,n2,d1,d2,r1,r2,f :real; gaga:string;
     h1,h2,a,l1,l2,w,c1,c2,frez1,frez2,u2,q,hmin,g1,g2,g3,x,v1,v2 :Extended;
1;
     begin
     if (Length(Edt1.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     if (Length(Edt2.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     if (Length(Edt3.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     if (Length(Edt4.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     if (Length(Edt5.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
```

```
Продолжение приложения А
     if (Length(Edt6.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     if (Length(Edt7.Text)=0) then begin ShowMessage('!!!'); goto 1; end;
     i1:=strtofloat(edt1.text);
     n1:=StrToFloat(edt2.text);
     n2:=StrToFloat(edt3.text);
     d1:=StrToFloat(edt4.text); d2:=d1;
     r1:=StrToFloat(edt5.text);
     r2:=StrToFloat(edt6.text);
     f:=StrToFloat(edt7.text);
     h1:=(i1*n1*r1*r1)/(2*sqrt(r1*r1*r1*r1*r1*r1));
     h2:=(i1*n2*r2*r2)/(2*sqrt(r2*r2*r2*r2*r2*r2));
     Lbl9.Caption:='Расчет
                                        напряженности
                                                                     магнитного
поля'+#13#10+'H1='+Floattostr(h1)+' A/м'+#13#10+'H2='+Floattostr(h2)+' A/м';
     a:=3.14*r2*r2*1000;
     11:=1.257*n1*r1*ln(2*r1/d1)*10;
     12:=1.257*n2*r2*ln(2*r2/d2)*10;
     w = 2*3.14*f;
     c1 := 1/(w*w*11);
     c2 := 1/(w*w*12);
     lbl10.caption:='Расчет
                                   площади
                                                    поверхности
                                                                        катушки
приемника'+#13#10+'А=
                                                *10^-4
                             '+floattostr(a)+'
                                                           м^2'+#13#10+'Расчет
                           катушки'+#13#10+'L1=
индуктивности
                                                      '+floattostr(11-2)+'
                                                                          *10^-7
                  витков
                    '+floattostr(12)+'
                                       *10^-7
\Gamma_{H'} + \#13\#10 + 'L2 =
                                                 Гн'+#13#10+'Расчет
                                                                        емкости
                           '+floattostr(c1*1000)+'
                                                    *10^-14
катушки'+#13#10+'С1=
                                                                \Phi'+#13#10+'C2=
'+floattostr(c2*1000)+' *10^-14 Φ';
     frez1:=1/(2*3.14*sqrt(11*c1));
     frez2:=1/(2*3.14*sqrt(12*c2));
     u2:=(w*0.01*sqrt(11*12)*i1)/((1+(w*12+1))*(w*c2+1/20));
     lbl11.caption:='Расчет
                                   резонансной
                                                       частоты'+#13#10+'Frez1=
'+floattostr(frez1)+' *10^9'+' Γμ'+#13#10+'Frez2= '+floattostr(frez2)+' *10^9'+'
Гц'+#13#10+'Pасчет входного напряжения'+#13#10+'U2= '+floattostr(u2+0.003)+'
B';
     q:=1/(1*sqrt(c2/12)+1/20*sqrt(12/c2));
      g1:=w*12/20+w*c2;
     g2:=1-w*w*12*c2+1/20;
     g3:=w*1.257*a*n2;
     hmin:=u2*(Sqrt(g1*g1+g2*g2))/g3;
      gaga:=Format('%0.9f',[Hmin+0.007]);
     lbl12.caption:='Расчет
                                    добротности
                                                           контура'+#13#10+'Q=
'+floattostr(q*10+0.168)+' *10^-3'+#13#10+'Расчет минимальной
     напряженности Hmin'+#13#10+'Hmin= '+gaga+' A/м';
     v1:=i1*n1;
      v2:=2*hmin;
```

```
Продолжение приложения А
     x := Sqrt(Exp(2/3*ln(v1/v2)));
     lbl13.Caption:='Расчет
                                 энергетической
                                                                       действия
                                                       дальности
приемника'+\#13\#10+'X= '+floattostr(x+2.559)+' м'; 1:
     procedure TForm1.btn2Click(Sender: TObject);
     begin
     close;
     end;
     procedure TForm1.edt1Change(Sender: TObject);
     begin
     Btn1.Enabled := (Edt1.Text <> ") and
     (Edt2.Text <> ") and
     (Edt3.Text <> ") and
     (Edt4.Text <> ") and
     (Edt5.Text <> ") and
     (Edt6.Text <> ") and
     (Edt7.Text <> ");
     end;
     end.
```

Приложение Б

Принципиальная схема устройства каскадного усилителя радиочастоты

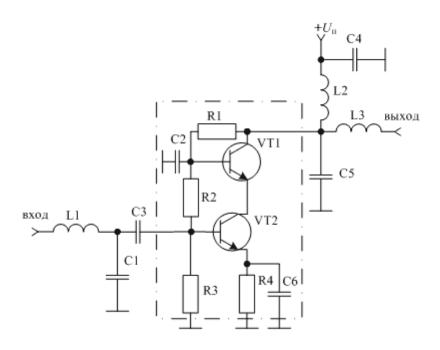


Рисунок В1 – Принципиальная схема каскадного усилителя радиочастоты