ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау
Мамандығы 5В071900 Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған Сериков Алибек Асанулы Тобы РЭТ(ИКТ)-16-1
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі т.ғ.к проф.Туманбаева Кумысай Хасеновна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «_07___» ____06_____2020ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «_04___» ____06_____2020ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
т.ғ.к проф.Туманбаева Кумысай Хасеновна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «__16__» _____06_____2020ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: Мухамеджанова Альмира Далелханкызы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «__16__» ___06_____2020ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____2020ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Ғ.ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты

Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы

Мамандығы5В071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент Сериков Алибек Асанулы
(Т.А.Ж.)

Жобаның тақырыбы M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау

20<u>19</u> ж. «<u>11</u>» <u>11</u>____ №<u>147</u>__ университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «<u>25</u>___»<u>05</u>_____<u>2020ж</u>.

Жобаға алғашқы деректер (талап етілетін зерттеу (жоба) нәтижелерінің параметрлері және зерттеу нысанының алғашқы деректері):

Дестелердің орташа саны L = 0.97

ЕҮЖС-на дестенің келу жылдамдығы V = 33250

Пайдалы деректерді беру жылдамдығы $V_{обсл.}$= 67500

Кезек күтетін дестелердің саны L_q= 0.485

M2M арнасын пайдалану дәрежесі P = 0.4995

Дестенің M2M желісінде өткізген орташа уақыты W = 0.000029с.

Бір дестеге қызмет көрсетілетін уақыт $t_{пер}$= 0.000015с.

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:

Кіріспе

1. M2M технологиясының қазіргі жағдайын талдау

2.M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау

3. M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау

4. Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі

5. Экономикалық бөлім

Қорытынды

Әдебиеттер тізімі

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:
M2M қызметтерін қолдану салалары
3GPP сәйкес IMS ішкі жүйесінің архитектурасы
M2M желісінің әр түрлі домендерінің өзара әрекеттесуі
Пайдаланылған құрылғы түрі бойынша Интернет пайдаланушыларының абоненттік базасының құрылымы
NB-IoT технологиясына қол жеткізу желісінің архитектуралық параметрлері
180 кГц каналдағы бір сағат ішінде қызмет көрсетілетін абоненттік құрылғылардың саны
Ұяшықтағы абоненттік бірліктердің пайызы
Теоретический срок автономной работы модуля
LoRaWAN типтік сымсыз желі
LoRaWAN желілік архитектурасы
Сымсыз технологияны салыстыру
Қабылдағыштан қашықтығы бар тұрақты аймақта сигналдың таралуы принципі

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:
1. “Machine-to-Machine (M2M) Communications: Architecture, Performance and Applications”, Carles Anton-Haro and Mischa Dohler, - 2015, Woodhead Publishing
2. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. – 5-е издание – С-П.: Питер, 2016 – 991с
3. Охрана труда : учебник для вузов / Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019.- 399 с.
4. Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.
5.Wendell Odom. CCNA Routing and Switching 200-120 Official Cert Guide - Cisco Press, 2015

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	07.06.2020ж.	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	04.06.2020ж.	
Негізгі бөлім	Туманбаева К.Х.	16.06.2020ж.	
Есептеу техникасы	Туманбаева К.Х.	16.06.2020ж.	
Нормабақылау	Мухамеджанова А.Д.	16.06.2020	

Диплом жобасын дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелердің тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Кіріспе	17.02.2020ж.	Орындалды
2. M2M технологиясының қазіргі жағдайын талдау	18.02.2020ж.	Орындалды
3. Машина аралық өзара әрекеттестік (M2M) туралы түсінік	28.02.2020ж.	Орындалды
4. M2M EDGE, 3GPP және LTE желілерінде	10.04.2020ж.	Орындалды
5. M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау	10.04.2020ж.	Орындалды
6. NB - IoT технологиясының радио интерфейсінің техникалық талаптары мен ерекшеліктері	12.04.2020ж.	Орындалды
7. LORA технологиясының негізгі ерекшеліктері	14.04.2020ж.	Орындалды
8. LoRaWAN желілік архитектурасы	15.04.2020ж.	Орындалды
9. M2M сипаттамаларын салыстыру және LORA тиімділігін негіздеу	19.04.2020ж.	Орындалды
10. WI-FI 802.11 n технологиясын берудің барынша мүмкін болатын қашықтығын есептеу	21.04.2020ж.	Орындалды
11. Магистральдық арнаның өткізу қабілетін есептеу	27.04.2020ж.	Орындалды Орындалды
12. M2M желісінің жобасы	29.04.2020ж.	Орындалды
13. Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі	30.04.2020ж.	Орындалды
14. Экономикалық бөлім	30.04.2020ж.	Орындалды
15. Қорытынды	20.05.2020ж.	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «_17__» _02_____ 2020___ж.

Кафедра меңгерушісі _____ (Темырканова Эльвира Кадылбековна)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Жобаның
ғылыми жетекшісі _____(Туманбаева Кумысай Хасеновна)
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ (Сериков Алибек Асанулы)
(қолы) (Т.А.Ж.

Аңдатпа

Жұмыс "Ақылды қаланы" дамыту үшін "Интернет заттары" ұғымына және оны қолдануға байланысты мәселелерге арналған. "Ақылды қала" - бұл заманауи қаланың өмірін басқару үшін технологияларды (ақпараттық және коммуникациялық) енгізу жөніндегі жаңа тұжырымдама. Технологиялар қала халқының өмірін жақсартуға, жайлылық деңгейін арттыруға бағытталған: электр қуаты және су шығындарын азайту, Қызмет көрсету сапасын арттыру, қаланың барлық қызметтерінің жұмысын оңтайландыру.

Дипломдық жобада "Ақылды қалада" IoT-ты практикалық қолдану, LoRaWAN технологиясын қолдану, желінің жұмыс істеу принципі көрсетілген. Өмір қауіпсіздігі мәселелері және техникалық-экономикалық негіздемелері қарастырылған.

Аннотация

Работа посвящена вопросам, связанным с понятием «Интернета вещей» и его применением для развития «Умного города». «Умный город» – это новая концепция по внедрению технологий (информационных и коммуникационных) для управления жизнью современного города. Технологии призваны улучшить жизнь населения городов, повысить уровень комфорта: снизить расходы электричества и воды, повысить качество обслуживания, оптимизировать работу всех служб города. В дипломном проекте показано теоритическое и практическое использование IoT в «Умном городе», применение технологии LoRaWAN, принцип работы сети. Предоставлено технико-экономическое обоснование и рассмотрены вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности.

Annotation

The work is devoted to issues related to the concept of the “Internet of things” and its application for the development of “Smart City”. "Smart City" is a new concept for the implementation of technologies (information and communication) to manage the life of a modern city. The technologies are designed to improve the life of the urban population, increase the level of comfort: reduce electricity and water costs, improve the quality of service, optimize the work of all city services. The thesis shows the theoretical and practical use of IoT in the Smart City, the use of LoRaWAN technology, the principle of the network. A feasibility study is provided and life safety issues are considered.

Мазмұны

Кіріспе 8
1 M2M технологиясының қазіргі жағдайын талдау 9
1.1 Интернет заттары туралы түсінік 9
1.2 Машина аралық өзара әрекеттестік (M2M) туралы түсінік 10
1.3 M2M желілерінің архитектурасы 12
1.4 Қазақстанда M2M технологиясын қолданудың қазіргі жағдайы 15
1.5 M2M технологиясын қолдану салалары 17
1.6 M2M EDGE, 3GPP және LTE желілерінде 20
2 M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау 26
2.1 NB - IoT технологиясының радио интерфейсінің техникалық талаптары мен ерекшеліктері 26
2.2 «Интернет-заттарды» ұсыну кезінде 3GPP ұялы желілерінде NB-IoT технологиясын қолдану ерекшеліктері 34
2.3 LoRaWAN хаттамасы 37
2.4 LORA технологиясының негізгі ерекшеліктері 38
2.5 LoRaWAN желісінің жұмыс принципі 39
2.6 LoRaWAN желілерінің артықшылықтары 40
2.7 LoRaWAN желілік архитектурасы 41
2.8 LoRaWAN қолдану салалары 42
3 M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау 43
3.1 M2M сипаттамаларын салыстыру және LORA тиімділігін негіздеу 43
3.2 Радиотолқындардың таралуы 45
3.3 Қабылдағыштың сезімталдығы 46
3.4 LoRa технологиясының максималды мүмкін қашықтықты есептеу 46
3.5 WI-FI 802.11 n технологиясын берудің барынша мүмкін болатын қашықтығын есептеу 47
3.6 802.11 n және LoRa стандартының WI-FI технологиясының өткізу қабілетін есептеу 47
3.7 802.11 n және LoRa Wi-FI стандартының есептелген 2 технологияны салыстыру 48
3.8 Магистральдық арнаның өткізу қабілетін есептеу 48
3.9 M2M желісінің жобасы 56
4 Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі 65
4.1 Еңбек жағдайларын талдау 65
4.2 Есептеу бөлімі 69
5 Экономикалық бөлім 75
5.1 Түйіндеме 75
5.2 Өнім Сипаттамасы 76
5.3 Zigbee құрылғысының нарығын талдау 76

5.4 M2M желісінің нарығын талдау 76
5.5 Қаржы жоспары 76
5.6 Табысты есептеу 81
Қорытынды 84
Қысқартулар тізімі 85
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі 86

Кіріспе

«Интернет заттары» ұғымы телекоммуникациялық және ақпараттық жүйелердің келбетін түбегейлі өзгертіп қана қоймай, сонымен қатар адамдардың өмір сүруіне де әсер ететін жаңа идеялардың бірі болып табылады.

Дипломдық жобада ақпараттық технологиялар дамуындағы ең маңызды бағыттардың бірі - Internet of Things (IoT) қарастырылады.

Жыл сайын желіге қосылған құрылғылардың саны артып келеді. «Заттар Интернетін» енгізу экономиканың дамуына және ең аз инвестиция салынатын елдің өмір сүру деңгейін көтеруге ықпал етеді.

«Интернет заттары» технологиялары үлкен әлеуетке ие, бірақ, өкінішке орай, толық пайдаланылмайды. Smart Cities-тің дамуы осы технологияларды қолдануға негізделген. Мен өз жұмысымда «заттардың интернетін» күнделікті өмірде, сонымен қатар мемлекеттік ауқымда қолдану қаншалықты тиімді және пайдалы екенін көрсеткім келді. Бұл ішкі және өнеркәсіптік тұрғыдан барлық процестерді оңтайландыруға және пайда алуға көмектеседі. Егер «заттардың Интернеті» қоғам өмірінің маңызды емес, бірақ ажырамас бөлігі болса және өмірлік процестерді қиындатпаса, онда оның толық және сәтті жүзеге асырылуы туралы айтуға болады.

«Интернет заттары» ақылды қалалардың дамуын тездетеді. Қазір кейбір қалаларда біз осы процестердің басталуына куә болып отырмыз, алайда көлік, коммуникация, медицина және өмірдің басқа салаларындағы инновацияларға оң баға беріп жатырмыз, дегенмен алғашқы сатыларда көптеген сенімсіздік пен сенімсіздік болған.

«Интернет заттары» үлкен бизнес алаңына айналады. Шағын төлем үшін қызмет жеткізушілері өз қызметтерін сата және пайда таба алады. Бұл мемлекеттік бюджеттің кіріс бөлігі болуы мүмкін.

Жұмыстағы технологияларды толық түсіну үшін «Интернет затын» дамытудағы кеңейтілген зерттеулер зерттелген.

Сондай-ақ, бұл құжатта Қазақстанда енгізілген технологиялар, шетелдік серіктестермен бірлескен жобалар, «Ақылды қалада» «Интернет затын» іске асырудағы елдің жетістіктері және осы жобаларды дамыту перспективалары ұсынылған және талданады

1 M2M технологиясының қазіргі жағдайын талдау

1.1 Интернет заттары туралы түсінік

«Интернет Заттары» (Internet of things, IoT) терминін 1999 жылы Кевин Эштон ұсынған, ол өндіріске бірнеше физикалық нысандарды («заттар») ақпарат алмасуға, бір-бірімен және сыртқы ортамен өзара әрекеттесуге қосуға болатындығын ұсынған. 2010 жылы смартфондар мен планшеттік компьютерлердің көбеюі нәтижесінде Интернет заттары ұғымы тек жергілікті өндірістегі процестерді автоматтандыруды ғана емес, сонымен бірге кеңседегі кофе-машинадан бастап, компьютер мен смартфонды ғана емес, басқа да құрылғыларды қосқанда ғаламдық тұжырымдаманы білдіре бастады. Интернетке қосылған үйдегі тоңазытқышпен аяқталады.

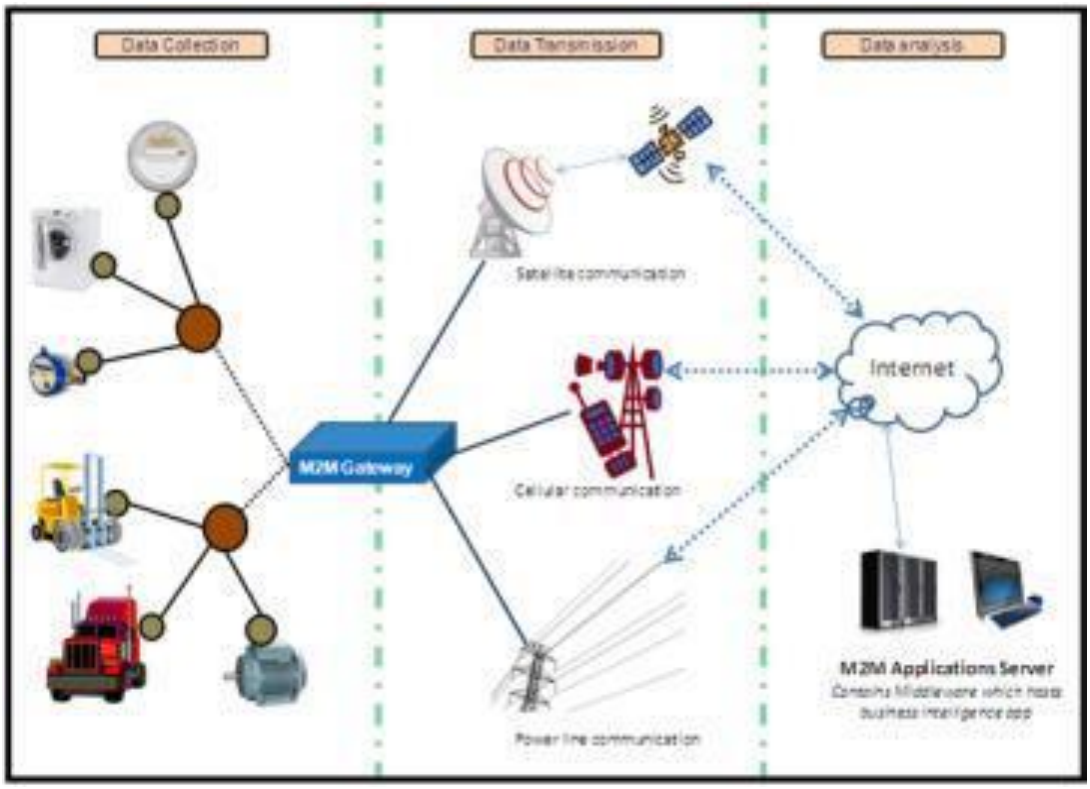
Интернет заттары туралы түсініктің пайда болуына және оның теориялық және практикалық тұрғыдан дамуына ықпал ететін негізгі факторлар (1.1 сурет):

- интернеттің өткізу қабілеттілігінің артуы (әр түрлі форматтағы талап етілетін деректердің шексіз көлемімен алмасуға мүмкіндік береді);
- дифференциалды байланыс арналары және әртүрлі режимдер арқылы Интернетке қол жетімділік (пайдаланушылар мен құрылғыларға белгілі бір қызмет сапасымен желіге көптеген жерден қол жеткізуді қамтамасыз етеді);
- интернетке кіру мүмкіндігі бар құрылғылар санының өсуі (пайдаланушылар мен құрылғылардың өзара әрекеттесетін ортасын қалыптастырады және қажеттіліктердің пайда болуына ықпал етеді);
- интернетке кіру мүмкіндігі бар әр түрлі құрылғылар (пайдаланушылар мен құрылғылар үшін технологиялар мен байланыс хаттамаларын әзірлеуге, сондай-ақ желіні қолдана отырып көптеген тапсырмаларды орындауға қызмет етеді);
- ғаламдық ақпараттық желідегі құрылғылардың өзара әрекеттесуімен байланысты қажеттіліктерді қалыптастыру (көптеген коммерциялық және қоғамдық құрылымдардың Интернеттегі пайдаланушылар мен құрылғылар арасындағы қарқынды байланыс мәселелеріне қызығушылық тудырады);
- интернет-жобалар мен байланыстарды кеңейту (желіні дамытуға қолдау көрсететін инфрақұрылым, экономикалық және қаржылық модельдер);

1.1 сурет – M2M қызметтерін қолдану салалары

1.2 Машина аралық өзара әрекеттестік (M2M) туралы түсінік

M2M Machine-to-Machine аббревиатурасы – бұл бір құрылғыдан екіншісіне телеметриялық деректерді беруді білдіретін желілерді ұйымдастырудың жаңа тұжырымдамасы. Басқаша айтқанда, M2M-бұл машиналарға бір-бірімен ақпарат алмасуға немесе оны бір жақты тәртіпте беруге мүмкіндік беретін технологиялардың жалпы атауы. Оларға датчиктер мониторингінің сымды және сымсыз жүйелерін немесе құрылғылардың қандай да бір параметрлерін (температура, қор деңгейі, орналасқан жері және т.б.) жатқызуға болады. Мысалы, банкоматтар немесе төлем терминалдары, егер оларда чек қағазы немесе қолма-қол ақша бітсе, немесе керісінше, егер қолма-қол ақша тым көп болса және инкассаторлардың келуі талап етілсе, GSM-желілер бойынша ақпаратты автоматты түрде бере алады. M2M сондай-ақ қауіпсіздік және қорғау жүйелерінде, вендингте, Денсаулық сақтау жүйелерінде, өнеркәсіптік телеметриялық жүйелерде (өндіріс, энергетика, ТКШ және т.б.) және ГЛОНАСС/GPS жүйелері негізінде жылжымалы объектілерді позициялау жүйелерінде белсенді қолданылады (1.2 сурет).



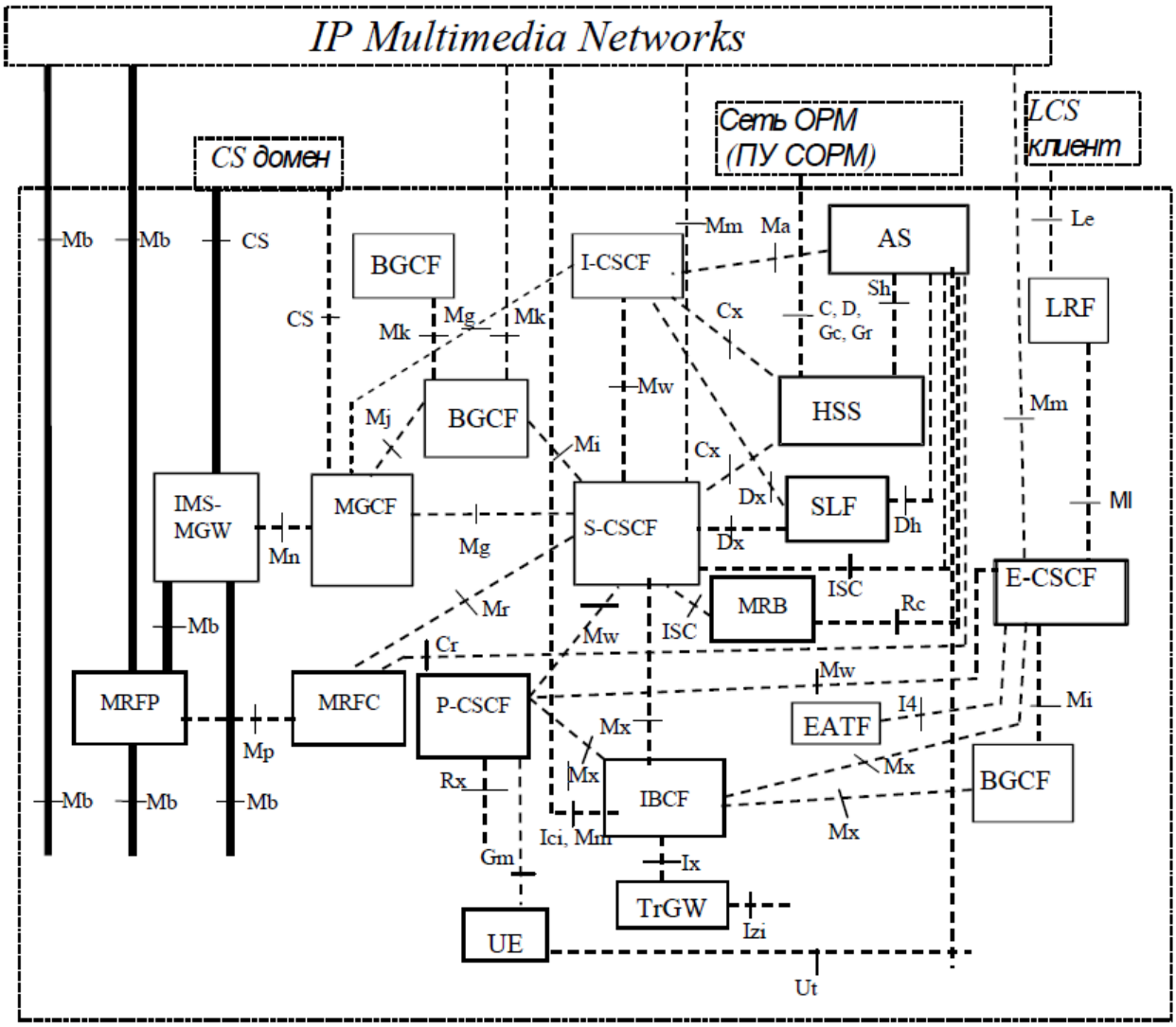
1.2 сурет – M2M технологиясы желісінің қарапайым топологиясы

M2M ішкі сыныптарының бірі мобильді шешімдерді қолдану арқылы машинааралық өзара іс-қимыл болып табылады, ол үшін M2M (ағылш. Mobile-to-Mobile). M2M жүйесі бірнеше элементтерден тұрады: шеткі тораптар, коммуникациялық жабдықтар және бағдарламалық қамтамасыз ету. Периферияльық тораптар көбінесе қоршаған ортаның жағдайын және физикалық құрылғылардың жұмыс жағдайын анықтайтын датчиктер. Толық ақпаратты жинағаннан кейін ол дереу сандық сигналдарға түрлендіріледі, содан кейін желі арқылы беріледі. Қосымшалар мен басқа тораптарға деректерді беруді коммуникациялық жабдық қамтамасыз етеді. Бағдарламалық жасақтама датчиктерден алынған деректерді талдау негізінде шешімдер қабылдайды және құрылғыларға командаларды жібереді. Мұндай сымсыз технологияны пайдалану бірқатар даусыз артықшылықтарға ие. M2M-жабдықты қолдану кәбілдік инфрақұрылымды төсеу кезінде үнемдеуге және қымбат уақытты сақтауға, қызмет көрсететін персоналдың санын қысқартуға, бизнесті неғұрлым тиімді және оңай басқаруға мүмкіндік береді.

M2M-жабдықтар нарығының даму қарқыны бүкіл әлем бойынша көптеген агенттіктердің талдаушылары мен сарапшыларының бақылауында. Олардың бағалары мен болжамдары өте оптимистік, ал дамушы M2M-индустриясының әлеуеті өте жоғары. M2M модульдерінің соңғы буыны GSM/GPRS, GPS, Bluetooth, ZigBee сияқты базалық функцияларды орындауды қамтамасыз ете алады.

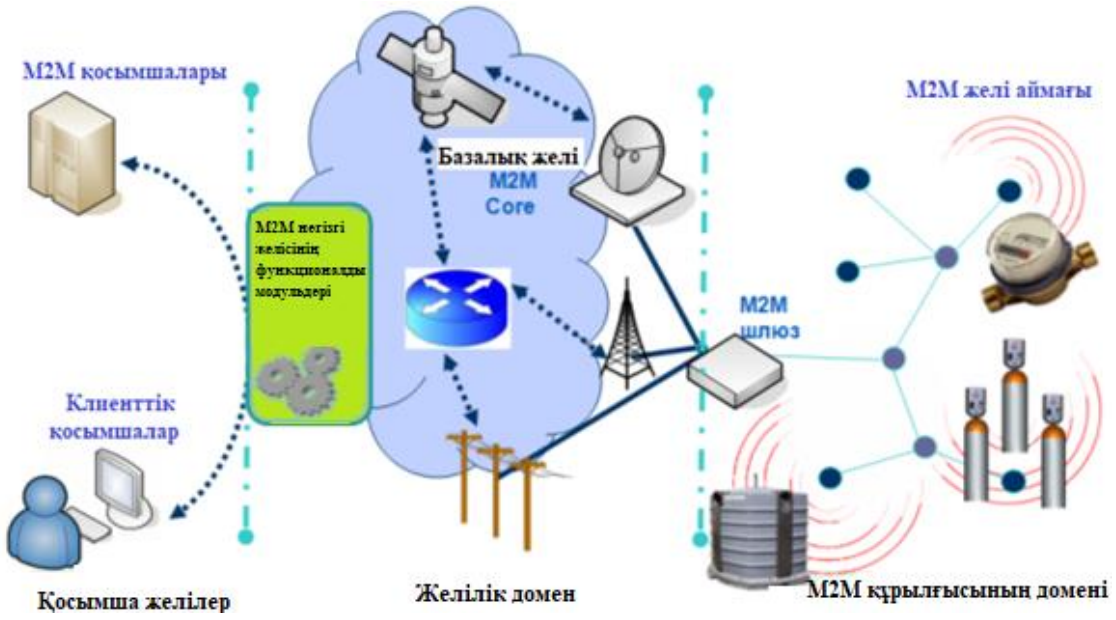
1.3 M2M желілерінің архитектурасы

M2M желілері архитектурасының негізгі элементтері үш доменге бөлінген: M2M құрылғыларының домендері (капиллярлы желі домендері); желілік домендер (M2M базалық желі ядросы) және қосымшалар домендері. Көрсетілген домендерден басқа M2M желісінің құрамына 3GPP NGN желілерінің негізінде салынатын тиісті қатынау желісі мен көліктік желі кіреді. M2M желісінің әр түрлі домендерінің өзара әрекеттесуі 1.3. суретте көрсетілген.



1.3 сурет – 3GPP сәйкес IMS ішкі жүйесінің архитектурасы

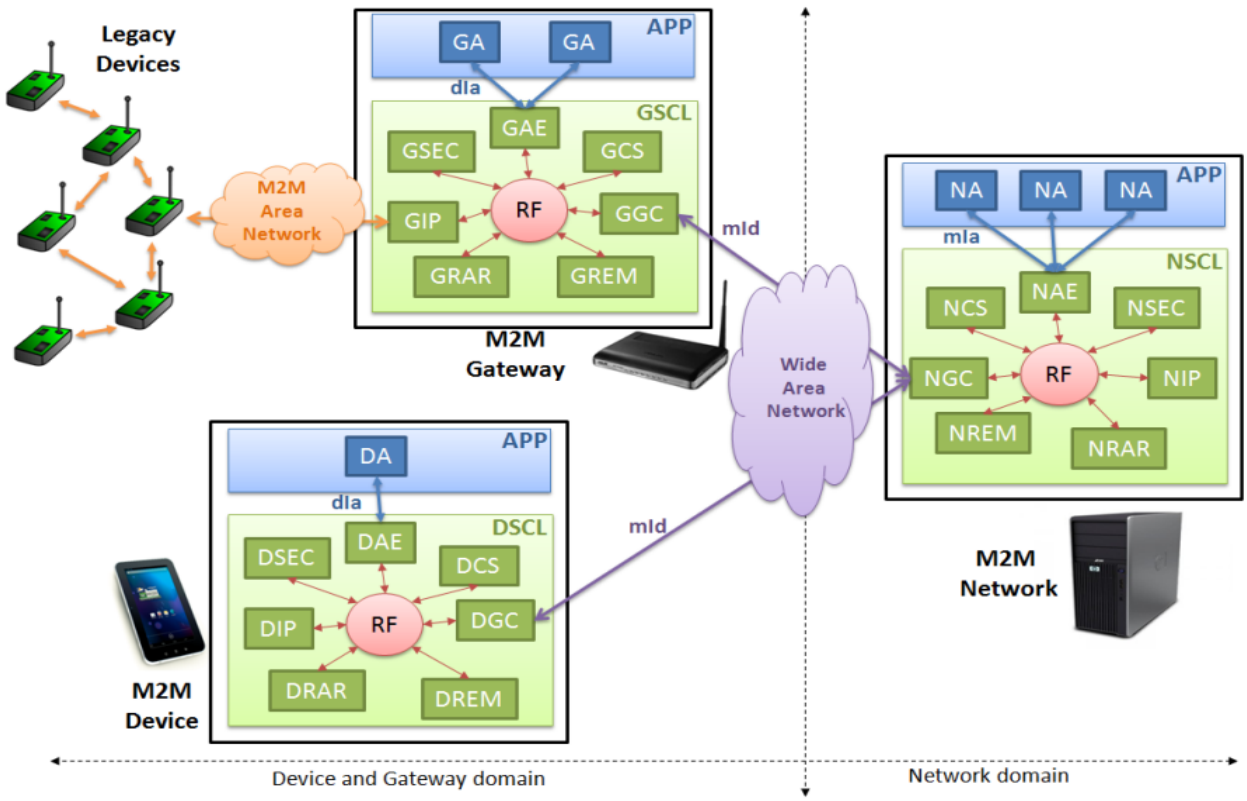
M2M құрылғылары: M2M қызметтерін және домен желісін жылдам пайдалануға және пайдалануға мүмкіндік береді. M2M құрылғысы қатынау желісімен тікелей немесе M2M жергілікті желісі және M2M шлюзі арқылы қосылуы мүмкін (1.4 сурет).



1.4 сурет – M2M желісінің әр түрлі домендерінің өзара әрекеттесуі

M2M Жергілікті желілері: M2M құрылғылары мен M2M шлюздерінің арасындағы байланысты қамтамасыз ететін желілерді қамтамасыз етеді. Мысалдар: IEEE 802.15, SRD, UWB, Zigbee, Bluetooth сияқты PAN технологиялары немесе PLC, M-BUS, сымсыз M-BUS сияқты жергілікті желі. M2M шлюздері: бұл M2M құрылғыларын кепілдендірілген жұмыс істеуге және желілер мен қосымшалар домендеріне қосылуды қамтамасыз ететін жабдық. M2M шлюзін M2M құрылғысының әртүрлі қосымшаларында қолдануға болады. Функционалды түрде, M2M шлюзін бір модульде құрылғымен немесе M2M Access желілер тобымен біріктіруге болады: бұл M2M құрылғысының доменіне M2M желісінің (негізгі желі) ядросына қосылуға мүмкіндік беретін желі. M2M қол жеткізу желілерінің функционалдығы қолданыстағы қол жетімділік желілерінің мүмкіндіктеріне негізделген (xDSL, HFC, PLC, VSAT, GERAN, UTRAN, LTE, W-LAN және WiMAX) және олардың тізімін де, олардың мүмкіндіктерін де кеңейтуге мүмкіндік береді. Тасымалдау желісі: бұл мәліметтерді желінің домені мен қолданба домені арасында тасымалдауға мүмкіндік беретін желі. M2M желілеріндегі көліктік желілердің функционалдығы қолданыстағы көлік желілерінің мүмкіндіктеріне негізделген және қол жеткізу желілері сияқты, M2M қызметтерінің тізімін де, олардың мүмкіндіктерін де кеңейте алады. M2M Core Network (Network Core): Негізгі желі мен оның қызмет ету сипаттамасынан тұрады.M2M негізгі желісі: M2M желілік элементтерінің IP қосылу мүмкіндіктерін, қызмет және желіні басқару функцияларын, жұмыс жасау, роуминг және қауіпсіздік. M2M негізгі желісінің функционалдығы қолданыстағы 3GPP CN (мысалы: GPRS, EPC), ETSI TISPAN CN сәйкес келетін функцияларына негізделген. Қызметтің функционалды модульдері M2M: оларды M2M негізгі желісі жүзеге асырады (1.5-сурет) және әртүрлі қосымшаларды біріктіре алатын функцияларды орындау мүмкіндігін береді.

Олар M2M желісінің ашық интерфейстеріне негізделген. Өзінің функционалдығынан басқа M2M желісі 3GPP және TISPAN негізгі желілерінің функционалдығын пайдалануға мүмкіндік береді. M2M қосымшалары мен қызметтерін оңтайландыруға мүмкіндік беріңіз. M2M желісінің тиісті функционалдық модульдері іске асыратын M2M негізгі желісінің негізгі функционалды мүмкіндіктері (Қызмет қабілеттілігі) [3]: - қосымшаның мүмкіндіктерін басқару - қосымшаны қосу (xAE), - желінің жалпы байланысын қамтамасыз ету; шлюздер, мекен-жайларды сақтау және деректерді сақтау - қол жетімділік, адресация және репозиторий (xRAR), - өзара байланысты таңдау - байланыс таңдау (xCS), - құрылғыны қашықтан басқару - қуатты қашықтан басқару (xREM), - қауіпсіздік - қауіпсіздік (xSEC), - үнемдеу Тарих және деректерді сақтау (xHDR), - Сұранысты басқару - транзакцияны басқару (xTM), - өтемақы менеджменті - өтемақы брокері (xCB), - негізгі желіні байланыс операторларына шығару - Telco Operator Exposition (xTOE), - сенімді желі Proxy (xIP) өзара әрекеттесуі, мұндағы x - M2M желісінде осы функцияларды қолдану нүктесін көрсететін айнымалы Нұсқалар: N шлюздер мен M2M құрылғыларына қосылған M2M негізгі желісінің инфрақұрылымы бар желілер үшін; M2M локальды желідегі M2M құрылғыларын тікелей басқаратын және CN (M2M негізгі желі) қосылған шлюздер үшін G; CN негізгі желісіне (M2M негізгі желі) немесе M2M шлюзіне тікелей қосыла алатын M2M құрылғылары үшін. M2M желісінің функционалдығы арнайы, M2M қосымшаларын қолдайтын немесе жалпы, желілік мүмкіндіктерді қолдайтын болуы мүмкін: мәліметтерді жинау және жинақтау, мультикасттық хабарламаларды жеткізу және басқалар. Функционалды модульдер үшін жоғарыда анықталған терминологияны қолдана отырып, желілік архитектураның мысалы 1.5 суретте көрсетілген.



1.5 Сурет – Негізгі желі (N), шлюз (G) және M2M құрылғысы (D) деңгейіндегі M2M желінің функционалды модульдері

1.4 Қазақстанда M2M технологиясын қолданудың қазіргі жағдайы

Қазіргі уақытта M2M-дің дамуына қатысатын көшбасшылар - Еуропа және Америка. Қазақстан көп жағдайда еуропалық стандарттарды қолданатындықтан, M2M технологиясының еуропалық стандарттары осы жұмыста келтіріледі.

ETSI (Еуропалық Телекоммуникация Стандарттары Институты) - Еуропалық стандарттау институты. GSM сияқты кез-келген басқа технология сияқты, бірыңғай стандарт болуы керек: құрылғы өндірушісі ұмтылуы керек ережелер мен ережелер.

M2M құрылғыларын 2002 жылдан бастап бірыңғай стандартқа бағыттайтын көптеген мандаттар бар. Осы уақытқа дейін Еуропа да, Америка да біртұтас ішкі стандартқа келе алмады. Негізгі проблема M2M құрылғыларын өндірушілерде жатыр, өйткені кейбір протоколдар практикалық және басқаларында кемшіліктер болған кезде қолдану оңайырақ және керісінше.

Қазақстандағы M2M нарығының дамуына кедергі болатын негізгі проблемалар:

- M2M қызметтеріне жоғары тарифтер;
- M2M құрылғысымен байланыс жылдамдығы төмен.
- жаңа жабдықтар мен технологияларға ауысудың қиындықтары.

Осы кезеңде M2M технологиясы дамуды жалғастыруда, жүйелер анағұрлым ақылды бола бастады және олардың қолданылу аясы шексіз кеңейді. Әртүрлі M2M шешімдерін практикалық іске асыру мүмкіндіктері сымсыз технологияға шығындардың азаюына, өнімділік пен функционалдылықтың өсуіне байланысты өсті. Сымсыз сигналды қолдану арқылы қашықтағы құрылғыларды басқару мүмкіндігі пайдаланушыға орын мен уақытқа тәуелділікті азайтуға мүмкіндік берді.

Қазақстанда M2M мобильді бәсекеге түседі, 2012 жылы M2M құрылғылары Қазақстандағы ұялы телефондар нарығының 10% -ын құрады. Болжам бойынша 2020 жылға қарай бұл үлес екі есе, тіпті үш есе артып, бүкіл нарықтың үштен бірін құрайды (1.6 сурет).

1.6 сурет – Пайдаланылған құрылғы түрі бойынша интернет пайдаланушыларының абоненттік базасының құрылымы

Қазақстанда M2M технологиясы өндіріске де, күнделікті өмірге де белсенді енгізілуде (SmartHome). Қазіргі уақытта бұл салада көптеген мамандар жұмыс істейді, ал мобильді алыптар осы технологияны қолданатын шағын бизнеске мониторинг қызметін ұсынады.

Бұл технологияның басты ерекшелігі - әлемде әр түрлі жүйелерде: тұрмыстық қажеттіліктерден (SmartHome, қауіпсіздік, оқу газы, жарық және т.б.) күрделі қалалық жүйелерге енгізуге дейін ыңғайлы протокол әлі жоқ. (SmartCity ақылды бақ тұжырымдамасы). Сондықтан, өкінішке орай, көптеген құрылғыларды бір функционалды кластерге жан-жақты қосатын біртұтас жүйені құру әлі мүмкін емес, өйткені әртүрлі технологияларды енгізу кезінде байланыс форматтары бір-біріне сәйкес келмейтін жағдай туындауы мүмкін. Сондықтан, бүкіл әлемдегі сияқты, Қазақстандағы әзірлеушілер мен инженерлер M2M технологияларын қолданудың бірыңғай стандартына келулері керек.

M2M негізіндегі шешімдерді қолдана отырып, компаниялар деректерді автоматты жинауды және талдауды (өлшеуіштер, датчиктер, транзакциялар) қамтамасыз етеді, деректерді қолмен жинау мен енгізуден бас тартып,

қателіктерді азайтады және аналитикалық мүмкіндіктерді арттырады. Қауіпсіздік, қаржы және коммуналдық қызмет саласындағы телематикалық қызметтерді басқару, тасымалдау оңай.

Мобильді Интернеттің жылдамдығымен M2M мүмкіндіктері экспоненциалды түрде өсуде. Энергияны өлшеу үшін GPRS (2G-EDGE) қолдану жеткілікті болады, өйткені есептегіш көрсеткіштері кең каналды қажет етпейді, тек төмен жылдамдықты қажет етеді. Кәсіпорындарды басқару үшін бұл жылдамдық жеткіліксіз болады. Ірі трафик үлкен компаниялар 4G және LTE сияқты қазіргі заманғы буын ұялы байланысын қолдануы керек.

Сондықтан, шағын компанияларда M2M енгізу - бұл мүмкін шешім ғана емес, сонымен қатар ұялы байланыс операторы үшін жабдықтау, қолдау және тарифтеу үшін үлкен шығындар болмайды.

Қазіргі уақытта Қазақстанда M2M ұялы байланыс операторларының өздері белсенді қолданады, мысалы, BeelineKZ. Компания «Ақылды үй» мен көлікке арналған бірқатар қызметтерді ұсынады:

- қауіпсіздік;
- жүк тасымалы мониторингі;
- бөлмедегі табиғи газ концентрациясының сенсорлары;
- үйдегі энергияны есепке алу;
- үйді қашықтықтан басқару.

Қазіргі уақытта қызметтердің ішкі ауқымында 3G/4G технологиясы мүмкіндік беретін M2M шешімдерінің көп мөлшерін пайдалануға болады. LTE технологиясы Қазақстанда енді ғана дами бастағандықтан, «Газмұнайгаз» және т.б. сияқты ірі кәсіпорындар үшін M2M шешімдері қабылдануы мүмкін. алдағы жылдары пайдаланылатын болады.

Телематикалық шешімдердің кеңінен қабылдануының негізгі кедергілері жоғары шығындар мен қауіпсіздікке қатысты мәселелер болып табылады. Қазақстанда осы проблемаларға қосымша, саланың ерекшелігі мен тиісті заңнама іске асырудағы шектеулер болып табылады. Мысалы, медициналық саладағы соңғы құрылғылар клиникалық сынақтардан өтуі керек. Технологиялық кедергілер бар: тарифтерді белгілеу, ақпаратты қорғау, өйткені Қазақстанда қауіпсіздік мақсатында олар ұялы байланыс үшін CDMA қолданбайды және қаланың көп бөлігін қамтамасыз ететін энергиямен жабдықтау M2M шешіміне қызғана алады.

1.5 M2M технологиясын қолдану салалары

Бүгінгі таңда M2M жабдығы ұрлыққа қарсы және қауіпсіздік жүйелерінде кеңінен қолданылады, көптеген құқық қорғау органдарының ажырамас бөлігі болды. Бұл технологияны енгізу автокөлік ұрлауға немесе пәтерге кіруге тырысқан кезде арнайы қызметтерге жедел жауап беруге мүмкіндік береді. Оқиға сигналы GSM желісі арқылы диспетчерлік консольге кезекші операторға SMS-хабарлама немесе дауыстық сигнал түрінде жіберіледі, сол уақытта иесіне хабарлауға болады. Әсіресе телефон байланысы нашар аудандарда M2M жүйелерін қолдау.

Стационарлық нысандарды бақылаумен қатар, жылжымалы позициялау жүйелерінде M2M қолдануға болады. Такси парктері, жүк тасымалдаушылары және басқа да көптеген компаниялар нақты уақыт режимінде вагондардың қозғалысын бақылай алады, олардың техникалық жай-күйі туралы ақпарат ала алады, маршруттарды реттей алады, осылайша жүк жеткізуді тездетеді. Егер көлікте M2M технологиясын қолдану туралы айтатын болсақ, онда олардың мүмкіндіктері шексіз. Жазатайым оқиға болды - оқиға орны анықталған автоматты хабарлама жедел құтқару қызметіне жіберілді. Қозғалтқышты диагностикалау қажет немесе құнды жүктің жай-күйі қызықтырады - M2M жүйелерінің көмегімен бәрі тез және қарапайым орындалады.

Егер бұған дейін жаңа технологияның мүмкіндіктері аяқталса, қазір ол басқа салаларға, мысалы банк ісіне еніп үлгерді. Енді банктер өздерінің банкоматтарына SIM-карталары бар M2M модулін енгізуде. M2M агроөнеркәсіптік кешенде де қолданыла алады, топырақтың ылғалдылығын бақылау датчигі суды тұтынуды барынша үнемді және тиімді етеді. «Ақылды үй» жүйесі көптен бері арманнан шындыққа айналды, әркім оның көптеген артықшылықтарын бағалай алады. Байланыс модульдері температураны, жарық деңгейін, көпірлердің механикалық кернеуін, құбырлардағы қысымның, от пен түтіннің датчигін және т.б. бақылауға арналған әртүрлі сенсорлармен қамтамасыз етілген. M2M телеметрия жүйесін дамытудың келесі қадамы GPS сигнал детекторының максималды сезімталдығына және M2M модульдерінің ең қиын жағдайларда тұрақтылығына қол жеткізу болып табылады.

M2M үшін технологиялық шешімдер нарығында оннан астам компания өз әзірлемелерін ұсынады, олардың ішінде Microsoft, Sony Ericsson, Siemens сияқты әлемдік көшбасшылар бар.

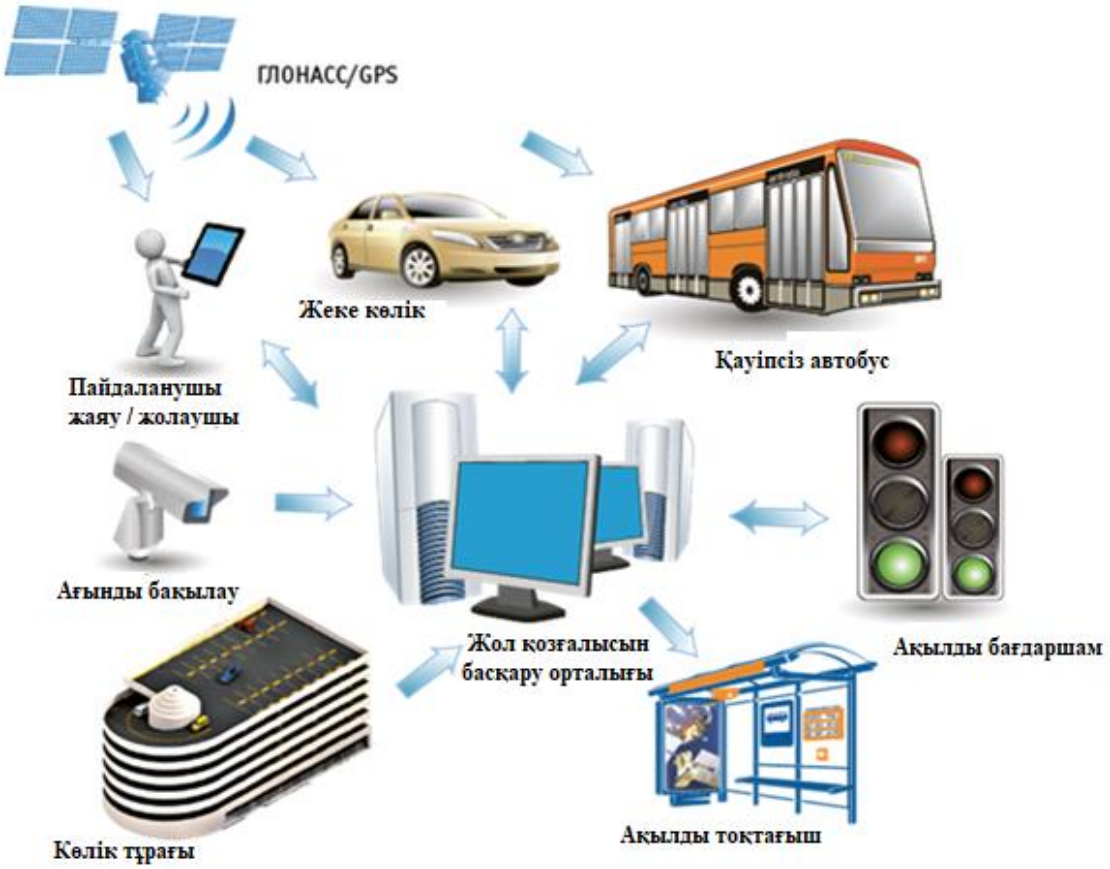
Жақында M2M қызықты шешімін американдық MaxStream компаниясы ұсынды. Мамандар ZigBee/802.15.4 желісін қолданатын машиналарды біріктіруге мүмкіндік беретін XBee XTender құрылғысын ойлап тапты, бірақ сонымен бірге ZigBee желілерінің негізгі кемшіліктерін жояды. Егер бұрын құрылғылар аймақты аз ғана болса (30-100 м), онда бұл шешім 60 км қашықтықта орналасқан машиналар арасында байланысады. Мұндай құрылғының құны 400 долларды құрайды.

Тағы бір қызықты шешім - Motorola G24 модульдері. Өндірушілер әрдайым ең қатал климаттық жағдайларда да жұмыс істей алатын құрылғыны жасауға тырысты, бұл радио модульдер рекордты температура диапазонында жұмыс істей алады – -30-дан +85 ° С-қа дейін. Оларды сыни жағдайларда қолдануға болады. Мысалы: темір балқыту зауыттарында, қалай Зауыт іс жүзінде металл және бетоннан жасалғандықтан, WiFi сияқты сымсыз қосылысты пайдалану тиімсіз болар еді, ол осы материалдар арқылы өту кезінде ескіруі мүмкін.

Жаңа Siemens XT75 GSM модулі - бұл ұялы құрылғыларда қолдануға болатын төртбұрышты GPS модулі. Немесе ұялы байланыс операторларының қызметтерін қолдайтын құрылғыларда. Олар көптеген салаларда

қолданылады: шахталардан (GSM желісіне қосылған XT75 құрылғылар тізбегі құрылды) объектінің күйін және орналасқан жерін беретін банкоматтарға дейін.

Көріп отырғаныңыздай, M2M технологиялары нарығы әр түрлі бағытта дамуда және жақын болашақта M2M әзірлеушілері мен өндірушілері Қазақстандағы әртүрлі компаниялар мен кәсіпкерлерді қызықтыратын M2M жаңа шешімдерін ұсынады (1.7 сурет).



1.7 сурет – Көлікті басқарудың интеллектуалды жүйесі

ГЛОНАСС технологиясын енгізу кезінде көлік және жолаушылар тасымалы қауіпсіздігін қамтамасыз ету басты міндет болып табылады. Оның шешімі жоғары мамандандырылған салалық бақылау және жолаушылар көлігі, жедел жәрдем көліктері немесе аса қауіпті жүктерді тасымалдайтын көлік құралдарын басқару аясында, сондай-ақ біртұтас қалалық көлік кешенін басқару жүйесінің барлық мүмкіндіктері мен технологияларын шоғырландыратын интеллектуалды көлік жүйелерінің (ИКЖ) құрамдас бөлігі ретінде мүмкін. . Қазақстанда GPRS модульдері мен тегін WIFI пункттері бар автобустар пайда болды, сондықтан қала билігі қоғамдық көліктердің сапасын жақсартуға тырысады, сол арқылы осы салада жаңа технологияларды қолданады.Көліктің жерсеріктік мониторингі - бұл қозғалысты басқаруға арналған басқару жүйесі (паркін және көлік маршруттарының сақталуын

бақылау, маршрутты оңтайландыру), көліктік бақылау (көлік құралының орналасқан жерін, оның жылдамдығы мен технологиялық процестерін анықтау) және көлік құралдарын диспетчерлендіру. Мұндай бақылау навигациялық және байланыс құралдарымен жабдықталған объектінің орналасқан жерін анықтау негізінде жүзеге асырылады (1.8 сурет).

1.8 сурет – SmartBus мүмкіндіктері

Қазіргі уақытта әлемде жер шарының ғаламдық қамтылуымен осындай екі навигациялық жүйе бар:

- Американдық GPS;
- Ресейлік ГЛОНАСС.

Айта кету керек, бұл жүйелер бір-бірімен бәсекелеспейді, керісінше, біріккен GLONASS/GPS шешімдері қиын қалалық ландшафттар мен таулы рельефтерде де дәлдігі мен сенімділігі жоғары көлік құралдарын спутниктік бақылауға мүмкіндік береді.

Қоғамдық көліктің сапасын жақсарту қаладағы жолдардың тарлығына да әсер етеді, ол адамдарға егер SmartTruck балама мүмкіндігі болса, кептелісте қалғысы келеді. Автобустардың нақты кестесін біліп, ақысыз WIFI арқылы Интернетке үнемі қол жетімді болатындығын біле отырып, көпшілік қоғамдық көлікті қолданғанды жөн көреді.

1.6 M2M EDGE, 3GPP және LTE желілерінде

M2M мобильді технологиялары (машиналар бір-бірімен ақпарат алмасуға немесе оны біржақты беруге мүмкіндік беретін технологиялардың жалпы атауы) ұзақ уақыт бойы банктер желісін, төлем жүйелерін, GPS-ге негізделген көліктік бақылау жүйелерін және қазір ГЛОНАСС-ты басқаруда қолданылып келеді. Бірақ олардың Қазақстанда тез өсуі жақында басталды.

Сарапшылардың пікірінше, M2M технологияларын кеңінен қолдану шектеулі, салалық шешімдердің жоқтығымен, қауіпсіздік мәселелерімен және телематикалық құрылғылардың жоғары бағасымен және оларды қолдаумен байланысты.

3GPP желілерінде ұялы желілерде M2M технологиясын қолдануға мүмкіндік бермейтін кейбір стандарттар бар, оларға мыналар кіреді:

- M2M құрылғыларының мінез-құлық үлгілерімен анықталатын төмен қозғалғыштығы, олар статикалық (қозғалмайтын), шектеулі ұтқырлыққа ие (көшпелі) және ұтқыр болуы мүмкін, бірақ нақты белгіленген аймақта. M2M құрылғыларының бұл қасиеттері қозғалуға жауап беретін сигналдың үстеме трафигін және M2M құрылғыларынан берілетін есептердің жиілігін төмендетуі мүмкін;

- M2M құрылғыларынан деректерді нақты белгіленген мерзімде беруге немесе алуға болатындығымен, байланыс уақытын бақылау мүмкіндігі және алдын ала белгіленген уақыт терезелерінен тыс қызмет трафигін азайтуға болады. Сеанстың уақытында толеранттылық және хабарламаларды кешіктіру, бұл деректерді жіберуге арналған өтінімдер кешігуден тәуелсіздікті сақтай алатындығына байланысты жүзеге асырылады.

- дестелік коммутация қағидаттарын ғана қолдана отырып, желіге бұрын орнатылған қызметтерге қол жеткізуге рұқсат етіледі, коммутатор ұялы терминалдармен де, онсыз да мүмкін болады.

- нөмірлеу үшін халықаралық абоненттік нөмірді пайдалану (International Subscriber Directory Number, MSISDN).

- мәліметтердің аз мөлшерін беру (Small Data Transmissions), өйткені M2M құрылғыларының көпшілігі жоғары деңгейдегі шағын ағындарды жібереді.

- тек мобильді қоңырауды баптандыру (тек мобильді қоңыраулар), өйткені желі M2M құрылғыларында пайда болатын үстеме трафикті азайту тетіктерін қамтамасыз етеді.

- LTE/3GPP желілерінде ұялы қоңыраудың аяқталуы (Нормативті ұялы телефон тоқтатылған).

- M2M желісінің мониторингі, M2M желісі M2M құрылғыларының ұрлануын болдырмауға, M2M желісіндегі оқиғаларды, мысалы түсініксіз мінез-құлық пен қосылыстың жоғалуын анықтауға, мониторинг нәтижелері туралы соңғы пайдаланушыны хабардар етпеуге бағытталған.

- ұрлау, шұғыл немесе төтенше жағдайлар туындаған кезде оператордың және M2M желісінің пайдаланушыларының шұғыл назарын талап ететін PAM хабарламаларын (Priority Alarm Message) кезекпен беру.

- әсіресе роуминг операторлары арқылы қосылу кезінде байланыс қауіпсіздігі.

- M2M құрылғыларын орналасу ерекшеліктеріне негізделген ауыстыру, өйткені оператор орналасқан жер туралы ақпаратты сақтайды және M2M желісінің белгілі бір аймағында «оятуға» немесе M2M құрылғыны ауыстыруға болады.

- мүмкіндігінше арнайы мекен-жайға жіберу арқылы жоғары жылдамдықта берілетін деректер үшін M2M желісіндегі деректердің межеленгеніне көз жеткізу.

- LTE/3GPP қатынау желісінің ресурстары қажет болған жағдайда ғана бөлінетін сирек берілістерді қамтамасыз ету.

- M2M құрылғыларының топтық пайдалану мүмкіндіктері, бұл M2M құрылғыларының осы арнайы топтары үшін саясат, тарифтеу, адресация және QoS талаптарын үйлестіре отырып, M2M құрылғыларының белгілі бір топтарына хабар таратуға мүмкіндік беруі керек.

LTE/3GPP және M2M желілерінің қызмет көрсетудегі өзара әрекеті:

Жалпы алғанда, M2M желісін басқарудың әртүрлі нұсқаларын ұсынатын үш модель анықталған:

- A моделі (аралық M2M серверін пайдаланбай M2M құрылғыларының өзара әрекеттесуі).

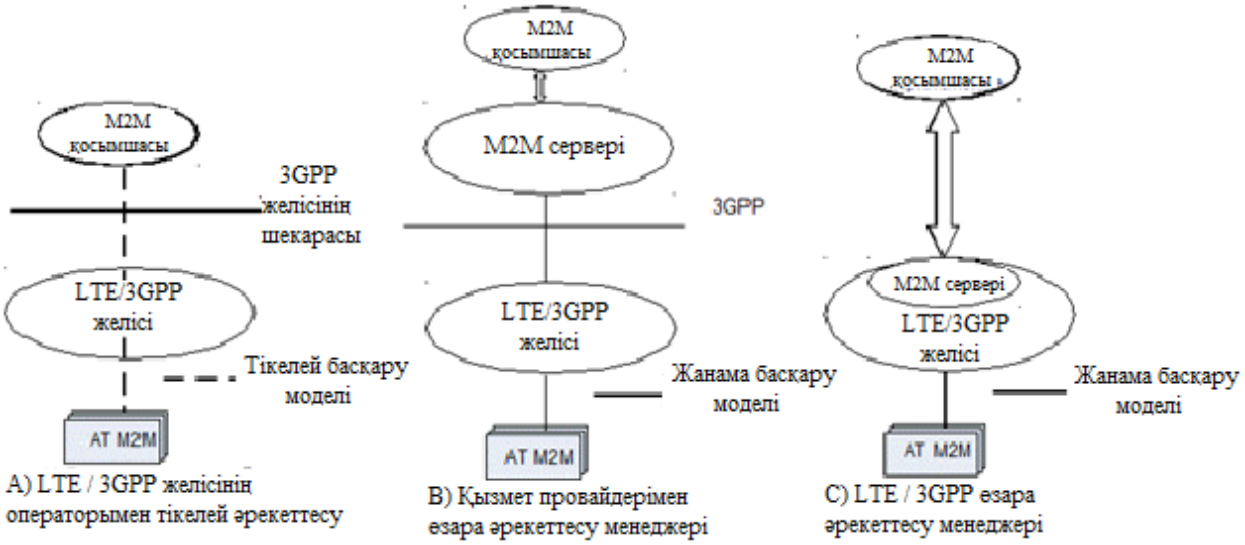
- B моделі (M2M сервері оператор доменінен тыс орналасқан);

- C моделі (M2M сервері оператордың доменінде орналасқан);

A моделі M2M құрылғыларының «әрқайсысы әрқайсысы» қағидаты бойынша аралық M2M серверін пайдаланбай-ақ тікелей өзара әрекеттесуді, сонымен қатар LTE/3GPP желілік операторының жоғары деңгейдегі қосымшалары ретінде M2M қосымшаларымен тікелей өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді.

B моделі M2M құрылғыларының оператордың доменінен тыс орналасқан M2M серверін қолдана отырып өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді және LTE/3GPP желілік операторы осы желінің M2M серверімен әрекеттесуін қамтамасыз етеді. MTCsp және MTCsms өзара әрекеттесу нүктелері ретінде пайдаланылады, олар M2M желісінің операторына (қызмет провайдеріне) сыртқы интерфейс немесе M2M желісін LTE/3GPP желілік операторы басқарған кезде ішкі интерфейс бола алады.

Модель с оператордың доменінде орналасқан M2M серверін қолдана отырып, M2M құрылғыларының өзара әрекеттесуін қамтамасыз етеді. Оператордың домендік желісі M2M серверінде бағдарламаланатын қолданбалы интерфейсті (API) ұсынады, сәйкесінше M2M қызметтерін тұтынушы осы қолданбалы интерфейс (API) интерфейсі арқылы оператордың M2M серверіне кіре алады (1.9 сурет).



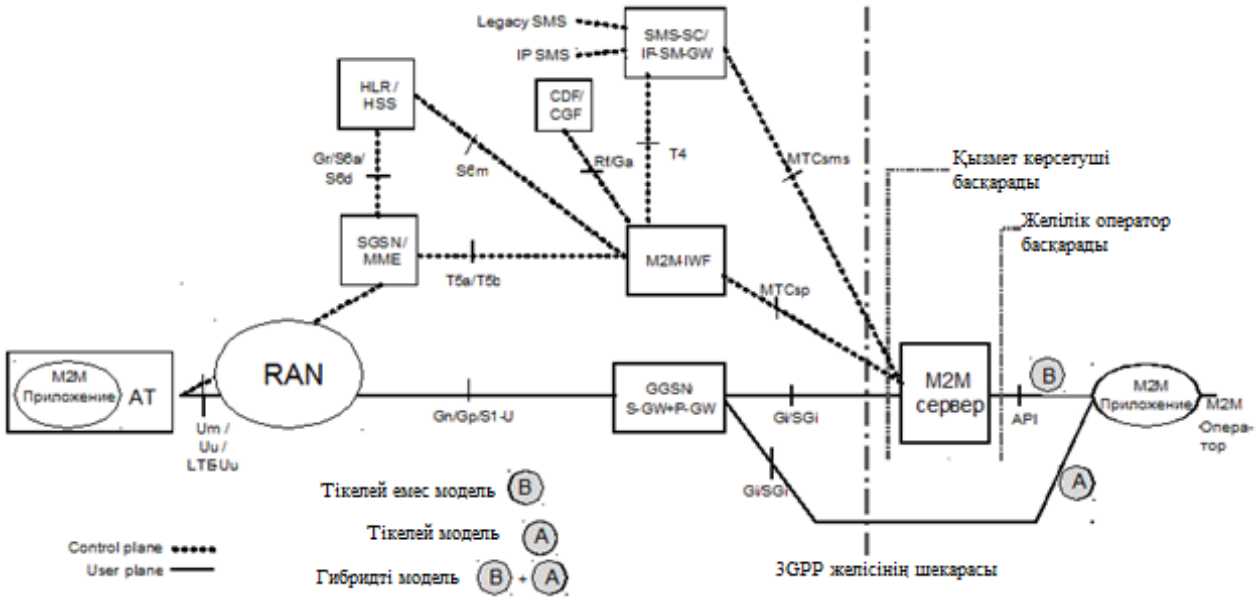
1.9 сурет – M2M желісі мен LTE/3GPP желісі арасындағы өзара әрекеттесудің үш моделі

M2M құрылғылары бір немесе бірнеше M2M серверлерімен өзара әрекеттесетін сценарийде LTE желі операторы бір M2M серверге немесе бірнеше M2M серверлерге қосылуды қамтамасыз етеді. Бұл жағдайда пайдаланылған M2M серверді желілік оператор басқарады немесе M2M серверін желілік оператор басқара алмайды.

Соңғы қызметтерге арналған M2M қосымшалары LTE/3GPP желісі ұсынатын деректер қызметтерін және ішінара M2M сервері ұсынатын қызметтерді пайдаланады. LTE/3GPP желісі M2M желісі үшін көліктік және желілік байланыс қызметтерін (соның ішінде 3GPP (bearer services) деректерді беру қызметтері, IMS және SMS), сонымен қатар M2M құрылғылары арасындағы машинааралық байланыстың тиімділігін арттыратын желіні оңтайландыру мүмкіндіктерін ұсынады.

1.10 суретте LTE GPP желісінің архитектурасы көрсетілген, онда M2M AT LTE-Uu/Uu/Um интерфейсінің сәйкес қол жеткізу желісі арқылы M2M желісімен әрекеттесу үшін қолданылады. Ол сонымен қатар A және B өзара әрекеттесу модельдерін іске асырудың нұсқаларын, сондай-ақ гибридтік модельді (A + B) пайдалану мүмкіндігін көрсетеді, онда тікелей өзара әрекеттесу моделі (A) пайдаланушының ұшақ трафигі үшін қолданылады, ал жанама өзара әрекеттесу моделі M2M желісін басқару жазықтығының кеңсе трафигі үшін қолданылады.

Сондықтан LTE/3GPP желісінің архитектурасы, әр түрлі M2M қызмет параметрлерін жүзеге асыратын M2M қосымшалар сервері және бағдарламаланатын API-мен интерфейс нүктесі LTE/3GPP желісінің шекарасынан тыс.



1.10 сурет – LTE/3GPP қосылу желісін қолдана отырып M2M желісінің архитектурасы

Алайда, M2M сервері оператордың доменінен тыс және ішінде де орналасуы мүмкін. MTCsp және MTCsms интерфейс нүктелері M2M-IWF шлюзінің функционалды модулінің бөлігі бола алады және 3GPP технологиясы жоқ желілерді (CDMA-2000, WiMAX және т.б.) пайдалану кезінде M2M серверіне қол жеткізуді қамтамасыз етеді. 1.1 кестесінде LTE/3GPP архитектурасының негізгі элементтері және M2M және LTE/3GPP желілерінің интерфейс нүктелері берілген.

M2M қосымшаларын M2M серверінде орналастыруға болады. M2M сервері - бұл желіге қосылған және M2M құрылғыларымен және LTE/3GPP ұялы байланысының тораптарымен өзара әрекеттесетін M2M желісінің элементі. LTE/3GPP желісінің құрылымы LTE/3GPP кіру желісінің LTE-Uu/Uu/Um интерфейсін пайдалану арқылы роумингтегі M2M құрылғыларына және M2M қызметтеріне қол жетімділікті қамтамасыз етеді.

1.1 кесте – M2M және LTE/3GPP желісінің өзара әрекеттесуінің негізгі элементтері

№	M2M және LTE/3GPP желісінің сәулет элементтері және түйіспе нүктелері	Тағайындалуы
1	MTCu(LTE-Uu)	Пайдаланушының трафигін тасымалдау үшін LTE/3GPPP желілері мен M2M-құрылғылардың жұптасу нүктесі

1.1 кестенің жалғасы

№	M2M және LTE/3GPP желісінің сәулет элементтері және түйіспе нүктелері	Тағайындалуы
2	MTCsp	басқару жазықтығында M2M-IWF Модулінің өзара әрекеттесуін қамтамасыз ететін LTE/3gppp желісінің M2M-сервері мен деректер алмасу қызметі (3GPP bearer service) жұптастыру нүктесі
3	MTCsms	M2M құрылғылары арасындағы өзара іс-қимыл үшін SMS қызметтерін пайдаланған кезде LTE/3GPP желісіне қосуға арналған M2M-сервердің жұптастыру нүктесі
4	T4	LTE/3GPP үй желісінің SMS-SC серверіне қосылатын M2M құрылғыларын бағыттау үшін пайдаланылатын M2M-IWC Модулінің жұптастыру нүктесі
5	T5a	M2M-IWC және SGSN Модулінің жұптастыру нүктесі
6	T5b	M2M-IWC және MIME Модулінің жұптастыру нүктесі
7	S6m	MSISDN негізінде E. 164 нөмірлеуді қолданған кезде адресациялау үшін HS модулімен сұралатын M2M-IFFC модулінің жұптастыру нүктесі
8	M2M қолданушы	Желілік M2M абоненттік терминалдарын қолданатын заңды тұлға (әдетте желілік оператордың келісімшарт бойынша серіктесі)
9	M2M (AT M2M) Абоненттік терминалы	M2M серверімен және желідегі басқа M2M құрылғыларымен өзара әрекеттесуге арналған M2M желісінің пайдаланушы жабдықтары
10	M2M сервері	M2M құрылғыларының LTE/3GPP ұялы желісімен әрекеттесуін қамтамасыз етуге арналған модуль

Роуминг кезінде M2M құрылғылары үй желісінің M2M қызметтеріне қол жеткізу үшін ұялы байланыс операторының MTCu өзара әрекеттесу нүктесін пайдаланады.

Дәстүрлі функциялардан басқа, LTE/3GPP желісі M2M желісіне кіру желісі ретінде пайдаланылған кезде, желіде қолданылатын өзара әрекеттесу моделімен анықталған бірқатар қосымша функцияларды орындайды. Тиісінше, LTE/3GPP желісінің функционалды модульдері осы модульдердің M2M қызметтерін ұсыну және басқару мәселелерін шешуге қатысу деңгейімен анықталатын жаңа функцияларды орындайды.

M2M-IWF модулі өзара жұмыс жасау функциясын орындайды және оны LTE/3GPP үй желісінің операторы басқарады. Әдетте, бұл модуль LTE/3GPP желілік топологиясының ішінде жасырылған және MTCsp интерфейсінде қолданылатын басқару және сигналдық хаттамалардың берілуін немесе аударылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, M2M-IWF модулі M2M серверін қол жеткізу желісіне қоспас бұрын аутентификациялайды және M2M серверінің басқару жазықтығында сұрауларына рұқсат береді.

HSS модулі M2M серверімен S6m интерфейсіндегі M2M-IWF модулі арқылы өзара әрекеттеседі, MISM құрылғыларын MSISDN нөмірі және IMSI арқылы анықтау, сонымен қатар M2M-IWF модулін M2M-ге қызмет ететін MME/SGSN/MSC желілік элементтерінің мекен-жайы туралы желілік ақпараттармен бағыттау құрылғысы.

PGW модулі M2M құрылғыларының «әрқайсысы бар» қағидаты бойынша аралық M2M серверін немесе M2M серверін, сонымен қатар гибридті модельдерді қолданбай жанама өзара әрекеттесу модельдерін ұсынады.

MME модулі T5b/T5a өзара әрекеттесу нүктелеріндегі байланыстарды тоқтатады, M2M құрылғыларын M2M-IWF модулінен ауыстыру туралы пәрмендерді алады және осы қосқыштардың тарихын сақтайды және M2M құрылғыларына беру үшін NAS хабарламаларында бұл деректерді жинақтайды.

2 M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау

2.1 NB - IoT технологиясының радио интерфейсінің техникалық талаптары мен ерекшеліктері

Таяу уақытта Интернетке қосылудың пайдасын көруге мүмкіндік беретін барлық құрылғылар түрлі қол жеткізу желілері арқылы қосылады, және әр адам мен әр сала құрылғылар мен «заттардың» өзара байланысының нәтижесінде өз әлеуетін толығымен іске асыра алады.

Болжам бойынша 2021 жылға дейін әлемде шамамен 28 миллиард қосылған құрылғылар болады, олардың 15 миллиардтан астамы «машина-машина» (machine-to-machine, M2M) құрылғылары және «Интернет заттары» ретінде қосылады (Internet of Things, IoT). IoT/M2M қосымшаларының көп бөлігі Интернетке қол жеткізу үшін қысқа қашықтықтағы технологияларды, мысалы, Wi-Fi және Bluetooth қолданады, ал едәуір бөлігі ұялы байланыс желілерін қамтитын ғаламдық желілерге қосылады. .

Ұялы байланыс операторлары үшін жаңа қиындықтардың бірі IoT және M2M деп жіктелген құрылғыларды ұяшыққа 300 мың құрылғыдан және 1 шаршы км-ге 1 миллионға дейін жеткізетін құрылғыларды жаппай енгізу және желілік қосу қажеттілігі болуы мүмкін. Бұл міндет LoRa және LPWAN технологияларына қатысты бәсекеге қабілетті технологиялар ретінде заттардың Интернетіне (NarrowBand Internet of Things, NB-IoT) мәліметтерді тар жолақты таратумен LTE Advanced желілерінің технологиялық мүмкіндіктерін дамыту арқылы шешіледі.

2015 жылы 3GPP серіктестік жобасының жұмыс топтары LTE Advanced стандарттарына негізделген GSM M2M құрылғыларымен (2G) шығындармен бәсекеге қабілетті шешімдерді құруды қамтамасыз ету үшін LTE технологиясын оңтайландыру бойынша зерттеу жұмыстарын аяқтады.

3GPP серіктестік жобасының 13 шығарылымында мамандар NB-IoT технологиясына келесі жалпы талаптарды тұжырымдады:

- 2G (GSM) технологиясымен салыстырғанда деректерді беру жылдамдығы жақсарды;
- MTC құрылғыларынан (Machine Type Communications немесе M2M) төмен жылдамдықты трафикті беру үшін 2G (GSM) қатысты спектрді пайдалану тиімділігінің жоғарылауы;
- 2G (GSM) қызметтерімен бірдей қамту аймағын ұсыну;
- қолданыстағы LTE желілерінің жиілік диапазондарымен жақсы үйлесімділігі;
- машина байланысы мен LTE абоненттік жабдықтары үшін арзан құны бар абоненттік жабдықтардың бірдей жиіліктерінде жұмыс жасау;
- қолданыстағы LTE/SAE желілік архитектурасын қайта пайдалану;
- 10 шығарылымына арналған 3GPP техникалық сипаттамаларына түзетулер;
- FDD және TDD режимдерінің технологиясын оңтайландыру мүмкіндігі;
- LTE базалық станциясының жабдықтарын пайдалану;
- шектеулі ұтқырлықты және төмен шығындармен қуатты аз тұтынуды қолдау.

Қазіргі уақытта 3GPP серіктестік жобасы лицензиялық спектрді қолданумен жиілік диапазондары үшін үш бөлек технологияны стандарттайды:

- LTE-M технологиясы, LTE эволюциясы RAN желісінде IoT үшін оңтайландырылған. Бірінші нұсқасы 12-шығарылымда 2014 жылдың 4-тоқсанында пайда болды, әрі қарай оңтайландыру 13-шығарылымға қосылады. LTE-M толық сипаттамасы 2016 жылдың 1-тоқсанында пайда болды. Бұл технология 1,4 МГц каналды пайдаланады.
- EC-GSM технологиясы (GSM қамтуы кеңейтілген) 13 шығарылымында GERAN шешімі үшін стандартталған эволюциялық тәсілді білдіреді, толық сипаттама 2016 жылдың 1 тоқсанында да пайда болды.

- RAN Release 13-ті әзірлеу аясында құрылған жаңа тар жолақты радио интерфейс технологиясы (Clean Slate Cellular IoT). Бұл технологияны стандарттау 2015 жылдың 4-тоқсанында басталды.

Ұсынылған екі шешім - Clean Slate Cellular IoT және NB Cellular IoT, тар жолақты FDMA сигналдарының негізінде және жоғары жиіліктегі OFDMA сигналымен ені 200 кГц болатын арналарды қолданады. Бұл технологиялардың салыстырмалы сипаттамалары 2.1-кестеде келтірілген, бұл NB-IoT технологиясының перспективті экономикалық және техникалық параметрлерге ие екендігін көрсетеді.

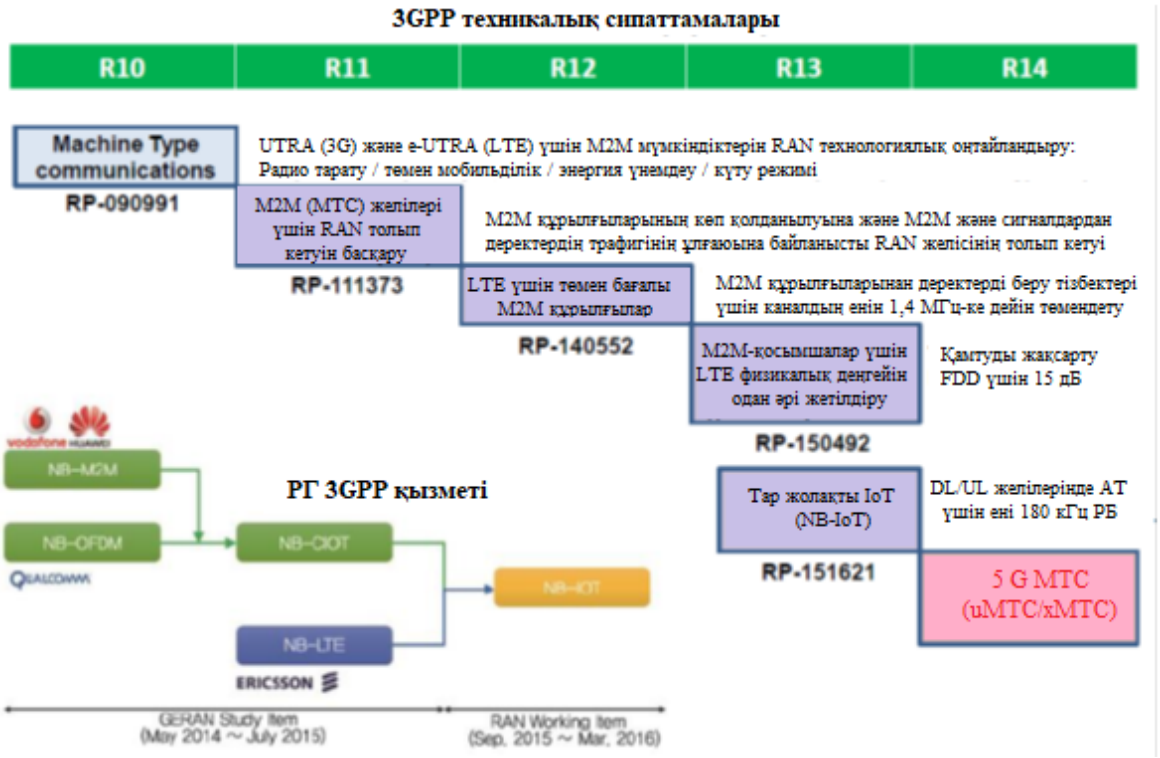
Things абоненттік құрылғыларын LTE (LTE Advanced, LTE Pro) ұялы технология желілеріне қосу үшін арнайы әзірленген NB-IoT радиоқатынау технологиясына арналған 13-шығарылымдағы 3GPP сипаттамалары LTE технологиясының OFDM сигналдары, байланыс диапазоны сияқты мүмкіндіктерін біріктіруге мүмкіндік берді. және батареяның ұзақ қызмет ету мерзімі.

2.1 кесте – IoT/M2M үшін жаңа шешімдерді стандарттау

Сипаттамалары	LTE-M (1.4 МГц)	NB-IoT (200 кГц)	EC-GSM (200 кГц)
Ғимараттар ішінде қоса алғанда, жақсартылған қамту	156 дБ MCL (+15дБ жетілдіру)	164 дБ MCL (+20дБ жетілдіру)	164 дБ MCL (+20дБ жетілдіру)
Әрекет радиусы (тікелей көріну)	< 11 км	< 15 км	< 15 км
Жаппай қолданудағы сыйымдылық	>52 мың. АТ/сота/180 кГц	>52 мың. АТ/сота/180 кГц	>52 мың. АТ/сота/180 кГц
Деректерді беру жылдамдығы	< 1 Мбит/с	< 200 кбит/с	< 70 кбит/с
Батареялардың өмір сүру ұзақтығы	> 10 жыл	> 10 жыл	> 10 жыл
Кідірту	< 10 сек	< 10 сек	< 10 сек
IoT-модулінің төмен бағасы	5.0 $(2016)/ 3.3 $(2020)	4.0 $(2016)/ 2-3 $(2020)	5.5 $(2016)/ 2.9 $(2020)
Спектрді қолдану сценарийі	3GPP (In-band) Лицензияланатын жиілік жолағында	(In-band, Stand alone. guard-band) Үш сценарийі	3GPP (Stand alone) лицензияланған жиілік риформингінен кейін
Желіні жаңарту қажеттілігі	Анықталатын болады	Иа (HW/SW?)	Иа (HW/SW?)

NB-IoT технологиясы шығынның азаюына, жабудың ұлғаюына және қосылған құрылғылардың аккумуляторларының қызмет ету мерзімін ұзартуға байланысты миллиардтаған "Заттар интернеті" абоненттік құрылғыларын қосуға көмектеседі деп күтілуде.

IoT/M2M үшін жаңа шешімдерді стандарттауға арналған 3GPP серіктестік жобасының эволюциясы және болашақ жоспарлары 2.1 суретте көрсетілген.



2.1 сурет – IoT/M2M үшін 3GPP стандарттау шешімдер эволюциясы мен жоспарлары

NB-IoT шешімдеріне енгізілген технологиялық шешімдердің ерекшеліктері:

- LTE технологиясының радио блогының еніне тең радио каналдың енін таңдау - желі абоненттік жабдықтары үшін 180 кГц желіден төмен және жоғары қарай.

- 15 кГц (қалыпты циклдік СӨ префиксі үшін) немесе 3,75 кГц (MBB режимі үшін) аралықтағы subcarrier интервалымен төмен байланыста OFDMA қол жетімділікті пайдалану.

- телефондағы екі режимді пайдалану: GMSK модуляциясы бар FDMA қол жетімділігі және бір жиілікті тасымалдаушымен SC-FDMA қол жетімділігі (соның ішінде SC-FDMA-ның ерекше түрі ретінде бір тоналды беріліс).

- LTE-дің дәстүрлі сигналдарымен біріктіруге арналған шешімді қоса, әртүрлі жұмыс режимдерінде үндестіру үшін бір анықтамалық тасымалдаушыны қолдану.

- NB-IoT технологиясы үшін LTE стандартты процедуралары мен хаттамаларын: MAC, RLC, PDCP және RRC және таңдалған физикалық қабатты қолдайтын оңтайландыру процедураларын қолдану.

- жақсартылған S1 интерфейсін CN ядро желісіне және радиоқабылдағыш протоколдарға, мысалы, NB-IoT құрылғыларынан аз мөлшерде деректерді беру кезінде сигнал трафигін азайту сияқты жүйелік аспектілерді анықтайтын.

- қуатты тұтынуға, кідіріске және өткізгіштікке негізделген арналық есептеулерді қолдану, бұл есептеулер GB интерфейсінде негізгі желі үшін пайдаланылады.

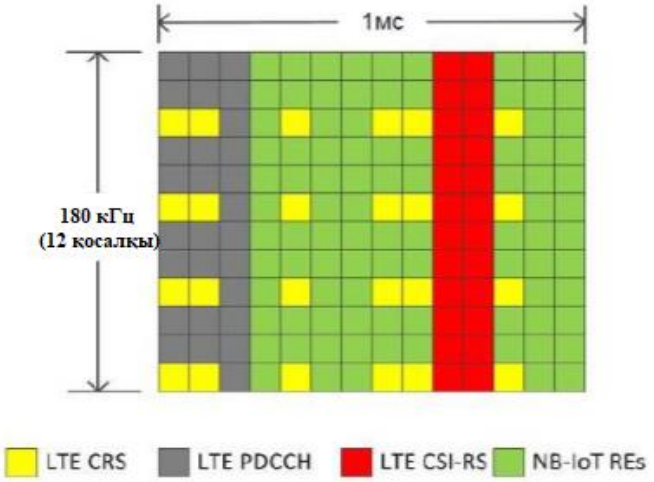
Жоғары жылдамдықтағы LTE радиоқатынау желісінің физикалық ресурстары PRB уақыттық жиілік блоктары түрінде абоненттік терминалдар арасында бөлінеді (2.2. Сурет).

NB-IoT технологиясы үшін жиілігі ені арнаның сәйкес еніне тең осындай бір уақыттық жиілік блогының ресурстары мыналарды қамтиды:

- әрқайсысының ені 15 кГц болатын QPSK немесе 16QAM немесе 64QAM модуляциясы бар 15 кГц аралығындағы радиожиіліктің 12 қосалқы қосалқы жиілігінің домені; жалпы PRB ені - 12x15 кГц = 180 кГц;

- әрқайсысы 0,5 мс болатын екі слотты қосқанда, ұзындығы 1 мс кіші шеңберлерге бөлінетін уақытша домен; слоттар циклдік CP префиксінің түріне байланысты уақыттық доменде 6-шы немесе 7-ші SC-FDMA символдарымен құрылады (NULsimbl = 6 немесе 7);

- сигналдар жиынтығы: LTE CRS - cell - арнайы анықтамалық сигнал, LTE CSI-RS - Channel State Information Reference Signal (Арна туралы ақпараттың анықтамалық сигналы), LTE PDCCH - Downlink Control Channel (Физикалық бақылау арнасы), NB-IoT RE - NarrowBand Internet of Things Radio Equipment (абоненттік жабдықтың тар жолақты арналары).



2.2 сурет – NB-IoT уақыттық жиіліктер блогын құруға мысал

LTE желісіндегідей, NB-IoT технологиясы RRC радио ресурстарын басқару хаттамасының екі негізгі күйін қолданады: RRC_Idle (күту) және RRC_Connected (байланыс). RRC күту режимінде құрылғылар энергияны үнемдейді, сонымен қатар өлшеу есептерін және анықтамалық (анықтамалық) сигналдарды тарату үшін пайдаланылатын радиоресурстар, ал RRC_Connected қосылу режимінде абоненттік құрылғылар деректерді тікелей қабылдайды немесе жібереді.

13 шығарылымы LTE-M және NB-IoT технологияларына екі маңызды инновацияға стандартты талаптарды анықтады: жақсартылған үзіліссіз қабылдау (eDRX) және қуатты үнемдеу режимі (PSM). Үзіліссіз қабылдау (DRX) режимі құрылғылар ұйқы режимінде немесе RRC_Idle және RRC_Connected режимдерінде болуы мүмкін кезде желілер мен құрылғылар арқылы мәліметтер алмасу процесін білдіреді. Шығару 12 ең үлкен үзіліссіз DRX қабылдау циклін 2,56 секунд қолдайды. және 13 шығарылымында (eDRX) 10,24 сек дейін ұзартылды.

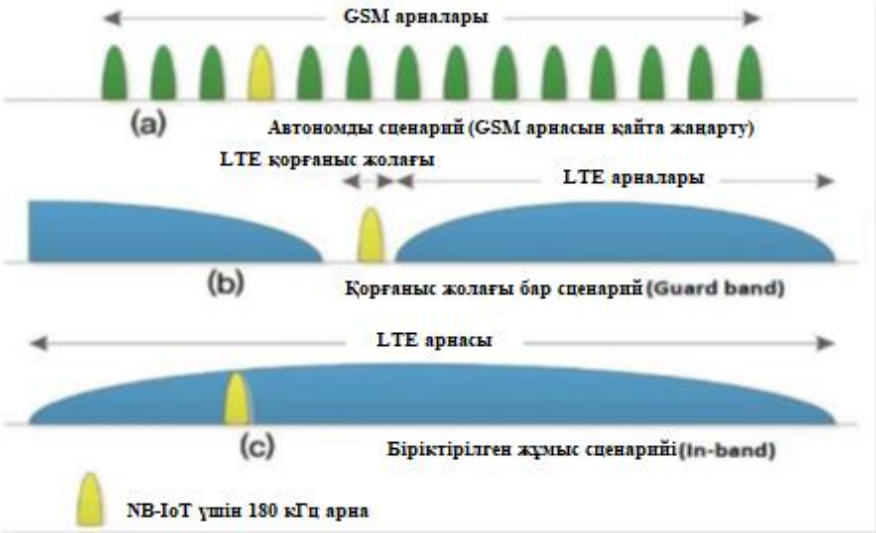
PSM режиміне қойылатын талаптар батареяның ұзақ қызмет етуін қамтамасыз ету үшін 12-шығарылымда тұжырымдалған және оны абоненттік бөлімшелер жиі сыртқы көзден деректерді алатын жағдайларды қоспағанда, eDRX үзіліссіз қабылдауымен толықтырды.

NB-IoT технологиясы 2.3 суретте көрсетілген 3GPS диапазонында РЖС қолданудың 3 түрлі сценарийлерін қолдайды.

- NB-IoT құрылғыларына арналған рұқсат етілген спектр қайта жабдықтау негізінде 3GPP желілерінің рұқсат етілген арналарында таңдалғанда, жеке пайдалануға арналған жағдай (мысалы, LTE және GSM үшін);

- пайдаланылмаған бөлігінде арнайы LTE арнасының ішінде NB-IoT құрылғыларын пайдалану үшін жиілік арнасының шамадан тыс спектрі пайдаланылған кезде, күзет диапазонын қолдану сценарийі;

- арнаулы LTE желісі бар радиоарнаның ішінде NB-IoT құрылғылары үшін ресурстық блоктар пайдаланылған кезде спектрді бірлесіп пайдалану сценарийі.



2.3 сурет – 3GPP жолақтарындағы NB-IoT үшін РЖС пайдалану сценарийлері

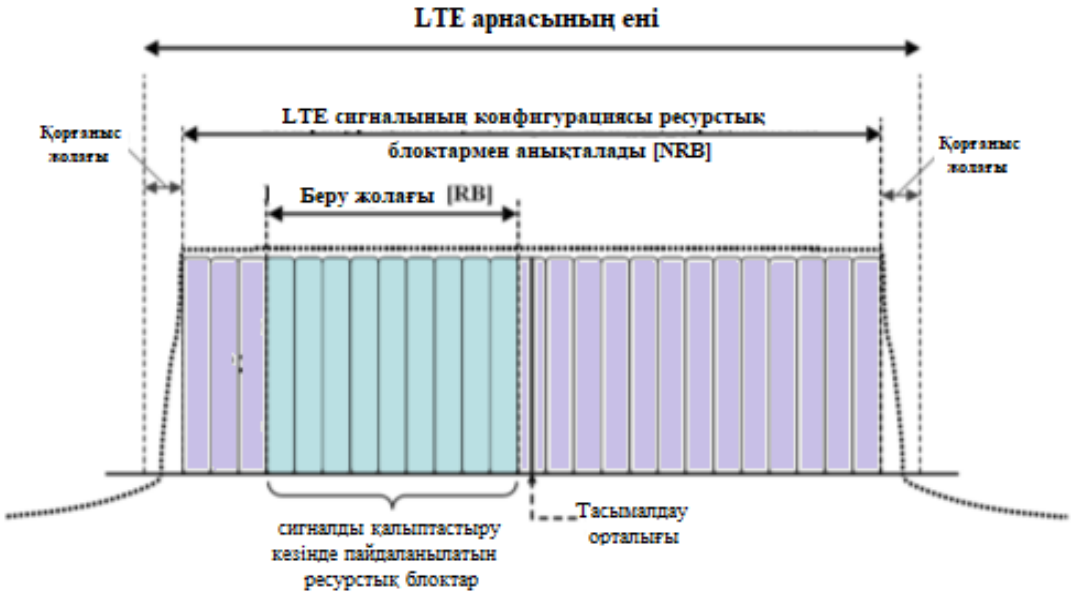
Осы сценарийлер негізінде NB-IoT технологиялары үшін IoT/M2M қол жеткізу желілерін ұйымдастыру үшін оларды GSM желілік диапазоны ретінде пайдалануға болады, өйткені NB-IoT арнасы стандартты GSM арнасымен бірдей (2.а-сурет).

Суретте көрсетілгендей. 2.3 (b) ені 10 МГц болатын LTE арнасын пайдаланған кезде, пайдаланылған 50 ресурстық радио бірліктер санымен анықталатын, эффективті арнаның ені 9 МГц құрайды, ал негізгі сигнал спектрінің сол және оң жағында «қорғаныс жолағы» қорғаныс жолақтары пайда болады (2.4-сурет). Ені 500 кГц. Осылайша, LTE арнасының ені 5 МГц және 10 МГц болатын осы күзет диапазондарында кемінде екі NB-IoT, ал ені 15 және 20 МГц екі немесе одан көп арнаны беруге болады. LTE сигналдары үшін арналар мен ресурстық блоктар 2.2 кесте берілген.

LTE арнасының ені және пайдаланылатын ресурс блоктарының санына байланысты тиімді канал ені 2.4 суретте көрсетілген.

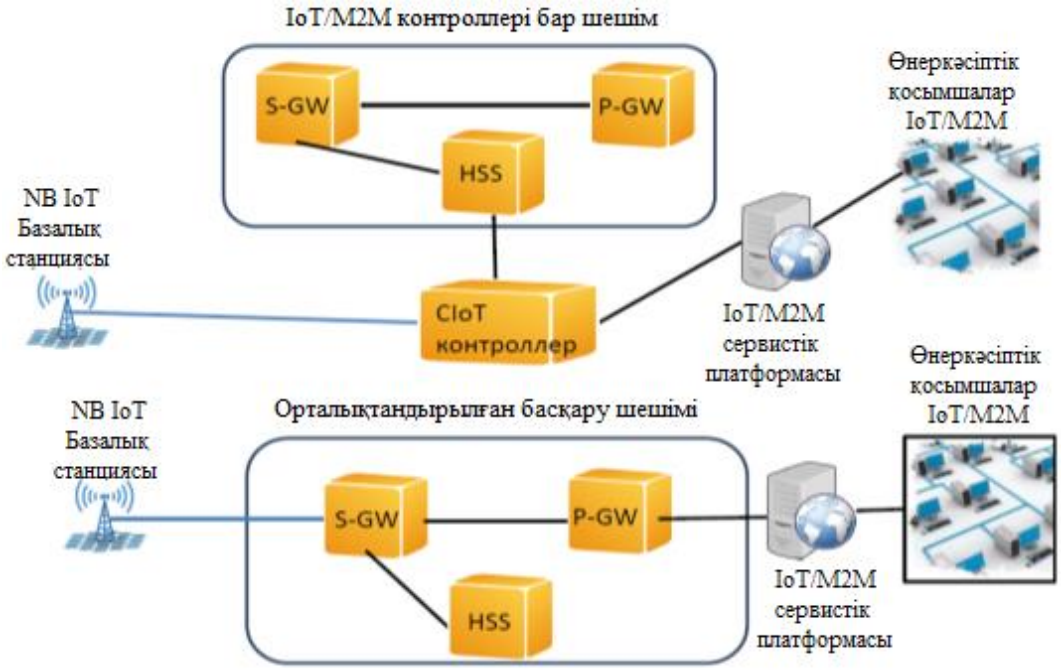
2.2 кесте – LTE сигналдары үшін арналар мен ресурстық блоктар

Параметрлер	LTE сигналдары үшін жиілік арнасының ені мен ресурстық блоктар саны арасындағы байланыс					
LTE (BW) арнасының өткізу қабілеті, МГц	1,4	3	5	10	15	20
LTE сигналын беру құрылымы - N_{RB} ресурстар блогы	6	15	25	50	75	100
Ресурстық блоктар үшін арнаның тиімді ені, МГЦ	1.08	2.7	4,5	9,0	13,5	18
NB-IoT арналарының қорғаныс жолақтары	Нет	Нет	2x0,25	2x0,5	2x0,75	2x1,0



2.4 сурет – LTE арнасының ені және пайдаланылатын ресурс блоктарының санына байланысты тиімді канал ені

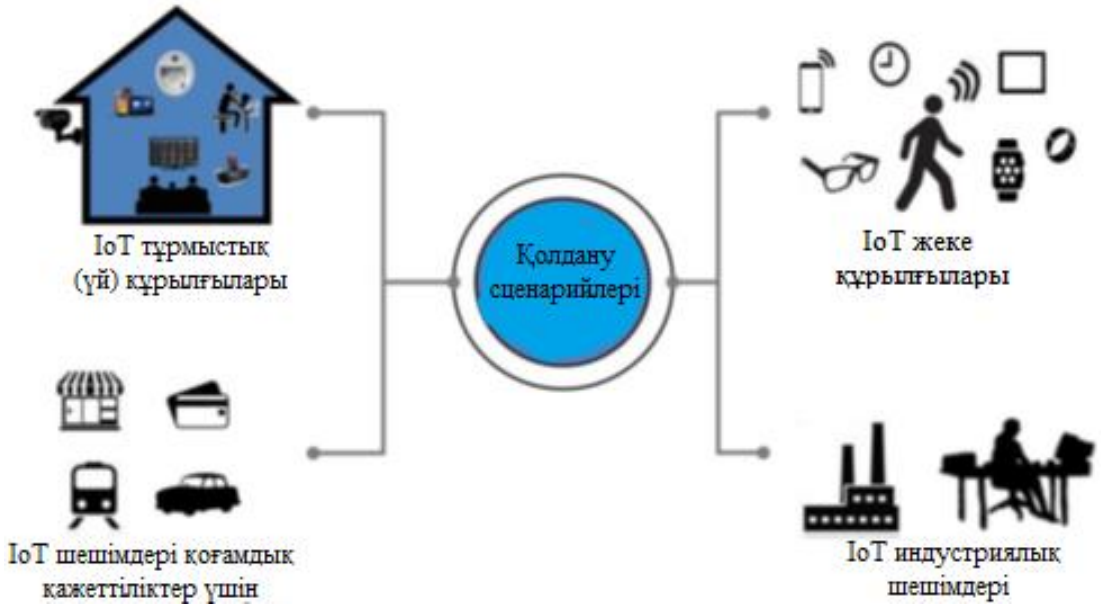
3G-технологиясының NB-IoT технологиясына қол жеткізу желісінің архитектурасына қойылатын талаптар оның жетілдірілуін білдіреді (2.1-кесте), оны аппараттық деңгейде де, бағдарламалық жасақтама деңгейінде де (БҚ) жасауға болады. LTE жабдығын жасаушылар NB-IoT технологиясын енгізу кезінде шешімдердің екі түрін қарастырады: IoT/M2M желісінің архитектурасынан тыс контроллермен және 2.5 суретте көрсетілген LTE шешіміне негізделген орталықтандырылған басқарумен.



2.5 сурет – NB-IoT технологиясына қол жеткізу желісінің архитектуралық параметрлері

2.2 «Интернет-заттарды» ұсыну кезінде 3GPP ұялы желілерінде NB-IoT технологиясын қолдану ерекшеліктері

Қолданыстағы пайдалану сценарийлері (бизнес-кейстер) дәстүрлі түрде NB-IoT технологиясын қолданудың екі сегментіне арналған. Бұл, ең алдымен, IoT/M2M нарығының өнеркәсіптік сегменті және тұтынушылық сегменті (2.6 сурет (IoT Appliance); IoT (IoT Personal) дербес құрылғылары; Қоғамдық (көпшілік) қажеттіліктерге арналған IoT шешімдері (IoT Public); IoT (IoT Industry) индустриялық шешімдері.



2.6 сурет – NB-IoT технологиясын қолдану сценарийлері

NB-IoT технологиясын қолдану үшін неғұрлым талап етілетін келесі бизнес-сегменттер болады: электрондық денсаулық/E-Health; бөлшек сауда; қауіпсіздік және қорғау; автомобильдер & логистикалық тасымалдау; энергетика және ТКШ; өнеркәсіптік өндіріс; ақылды қала; ақылды үй және басқалар.

Телекоммуникация нарығының егжей-тегжейлі зерттеулеріне және әлеуметтік және демографиялық деректерді бағалауды қамтитын қазіргі қоғамның өмір сүру ортасының инфрақұрылымын басқарудың өндірістік үдерістері мен бизнес-үдерістерін роботтандыру перспективаларына негізделе отырып, келесі бес жыл ішінде NB-IoT түрлі қосымшаларын енгізу қарқынының қалай дамитынын ажыратуға болады.

Қазіргі уақытта NB-IoT технологиясын қолданудың Бизнес үлгісі көптеген қызмет санаттарын қамтитын елу сценарийден астам қамтиды:

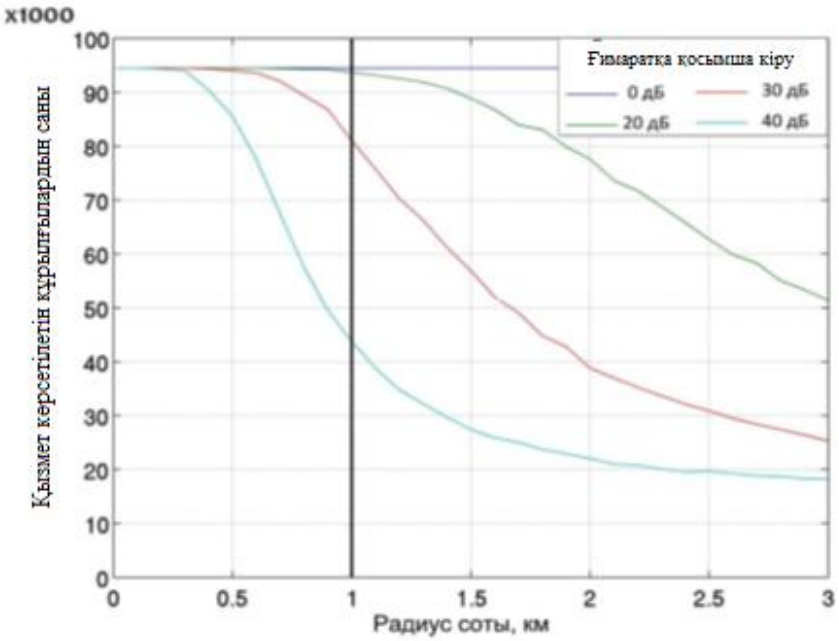
- интеллектуалдық өлшеу (электр, газ және су)
- объектілерді басқару жөніндегі қызметтер
- үйге арналған күзет сигнализациясы және өрт сигнализациясы жүйелері & коммерциялық жылжымайтын мүлік

- денсаулық параметрлерін өлшеуге арналған қосылған дербес аспаптар
- адамдарды, жануарларды немесе заттарды қадағалау
- көше шамдары немесе қоқыс контейнерлері сияқты элементтерді қалалық инфрақұрылымды басқару
- дәнекерлеу аппараттары мен ауа компрессорлары сияқты өнеркәсіптік аспаптар.

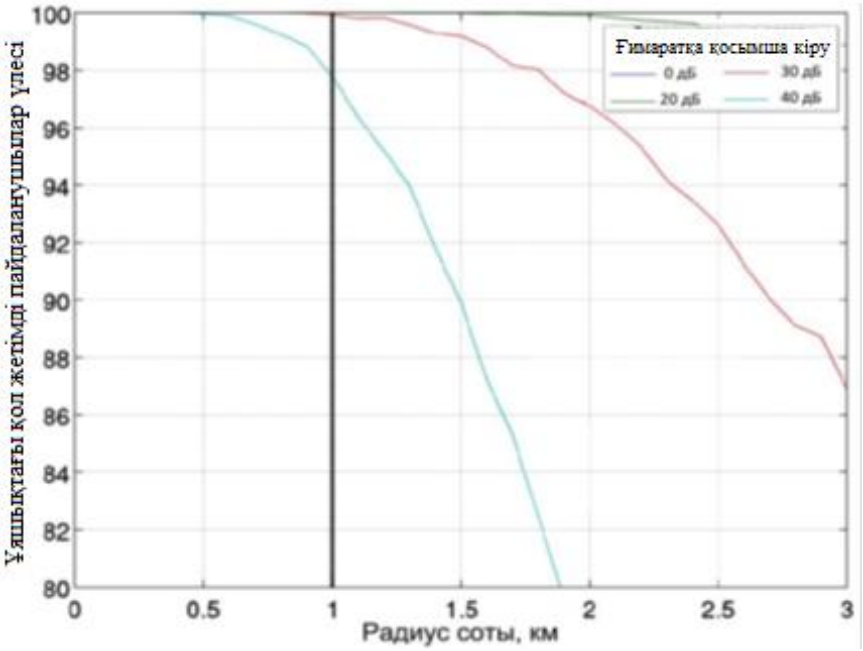
Техникалық сипаттамаларға сүйене отырып, NB-IoT абоненттік құрылғылары үшін жабынды 144 дБ (TR 45.820) құрайтын GPRS радиолокасына арналған бюджетпен салыстырғанда 164 дБ-ге тең және 142.7 дБ (TR 36.888) құрайтын LTE радиолокасына арналған бюджетпен салыстырғанда радиолокация бюджеті болады. Осылайша, NB-IoT технологиясы жақсартылған жабынды болады (20 дБ радиолиния бюджеті GPRS және LTE стандарттарының ұялы желілері үшін ұқсас бюджеттен асып түседі).

Жақсартылған қамтудан басқа, NB-IoT абоненттік құрылғыларына арналған LTE базалық станциясы осы құрылғылардың берілу жылдамдығының төмен болуына байланысты айтарлықтай үлкен сыйымдылыққа ие болады. Neul және Huawei есептеулеріне сәйкес, сондай-ақ 3GPP серіктестік жобасына сәйкес, LTE бір макро-базалық станция 1 шақырымға 50 мыңнан астам NB-IoT абоненттік құрылғыларына қызмет көрсете алады. Мұндай базалық станцияның қуаттылығы тығыз қалалық жағдайда тұтынушыларға қызмет ету үшін жеткілікті болады, бұл кезде шамамен 1500 үй бір шаршы шақырымға түседі, олардың әрқайсысында 40 IoT қондырғысы болады. Алайда, қызмет көрсетілетін абоненттік құрылғылардың көп саны бір уақытта қызмет көрсететін құрылғыларды білдірмейді, бірақ әрбір құрылғы 100 байт ақпарат беретін жағдайда, базалық станцияның қызмет көрсететін абоненттік құрылғылардың саны бір сағат ішінде 180 кГц-ті құрайтын арнада жүзеге асырылатындығын білдіреді. Ұяшықтағы қызмет көрсетілетін абоненттік бірліктер санының ұяшық радиусына, ғимаратқа кірудің қосымша жоғалуының әртүрлі деңгейіне тәуелділігі 2.7 суретте келтірілген. Ғимараттардағы ену шығыны 40 дБ дейін болса да, LTE базалық станциясы 1 км қашықтықта сағатына 45 мың IoT абоненттік бірлікке қызмет көрсете алады.

Суретте. 2.8-суретте ұяшықтағы қол жетімді абоненттік бірліктердің ғимаратқа кірудің әртүрлі жоғалу деңгейінің ұяшық радиусына біркелкі бөлінуі шартымен тәуелділігі көрсетілген. Минималды деректер жылдамдығын 250 бит/сағ құрайтын құрылғылар қол жетімді емес. Графиктен көріп отырғанымыздай, 20 дБ-дан кем ғимараттарға ену шығыны іс жүзінде 2 км-ге дейінгі ұяшықта NB-IoT абоненттік құрылғыларының болуына әсер етпейді. Радиусы 1 км-ден асатын ұяшыққа ғимаратқа ену шығыны жоғарылағанда, қол жетімді абоненттік құрылғылардың үлесі күрт төмендейді.



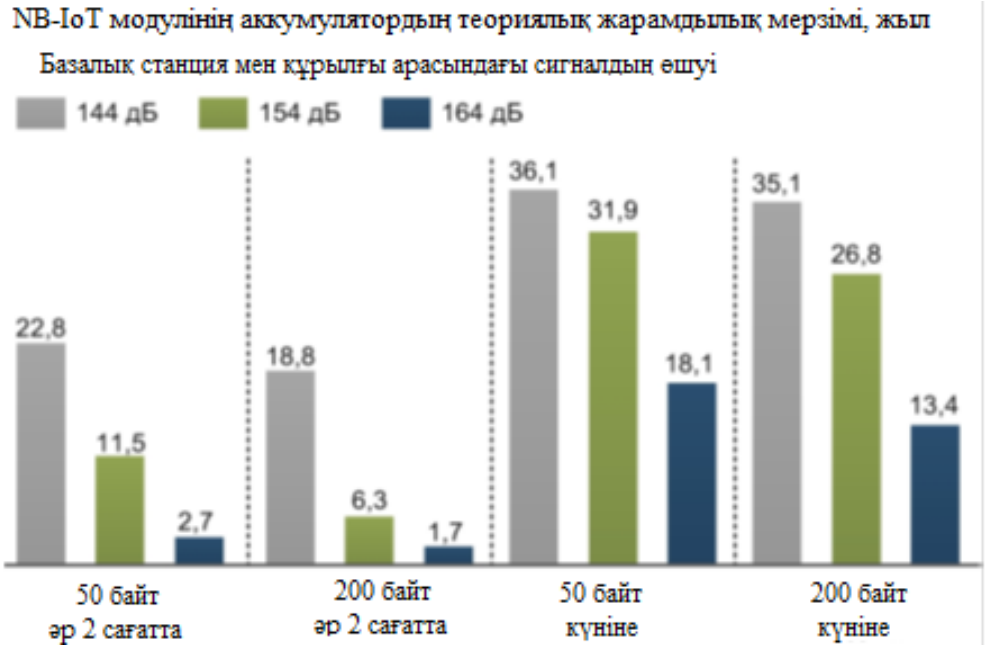
2.7 сурет –180 кГц каналдағы бір сағат ішінде қызмет көрсетілетін абоненттік құрылғылардың саны



2.8 сурет – Ұяшықтағы абоненттік бірліктердің пайызы

NB-IoT абоненттік құрылғыларының дәстүрлі GSM/UMTS/LTE мобильді құрылғыларындағы тағы бір маңызды артықшылығы - батареяның қызмет ету мерзімі едәуір ұзақ болады. 3GPP [6] мәліметтері бойынша, 2500 мАч батареядан келетін NB-IoT абоненттік құрылғыларының аккумуляторлық мерзімі 36 жылға жетеді. Бұл көрсеткіш NB-IoT абоненттік құрылғысы күніне 50 байт-тан аспайтын мәліметтерді беру үшін күніне бір рет байланысып, базалық станцияның антеннасы мен IoT құрылғысының антеннасы

арасындағы сигналдың өшуі 144 дБ аспайтын жағдайда есептеледі. (2.9 сурет). NB-IoT құрылғысымен мәліметтерді әр екі сағат сайын 200 байтқа дейін жиі беру және радиоарнадағы сигналды 164 дБ дейін күшейту кезінде NB-IoT қолданушы құрылғыларының батареясының қызмет ету мерзімі 2 жылдан кем болады. Орташа алғанда, NB-IoT модульдері шамамен 10 жыл бойы бір батареядан өздігінен жұмыс істей алады. Айта кету керек, бұл есептеулер IoT құрылғысының аккумулятордың қызмет ету мерзімін едәуір қысқарта алатын батареялардың өздігінен зарядталуының әсерін ескермейді. Өздігінен шағылу коэффициенті төмен батареялардың құны IoT құрылғысының өзіндік құнынан бірнеше есе көп болуы мүмкін.



2.9 сурет – NB-IoT модулінің батареяның теориялық қызмет ету мерзімі

2.3 LoRaWAN хаттамасы

2015 жылдың наурызында Semtech корпорациясы сымсыз деректер технологиясының жаңа және маңызды ілгерілеуі туралы жариялады. Олар LoRaWAN (Long Range Wide Area Area Networks) энергияны үнемдейтін хаттамасын ұсынды.

Бұл хаттама Wi-Fi және ұялы желілерге қарағанда M2M технологиясын (машинааралық байланыс) пайдалану арқасында көптеген артықшылықтар береді. Сымсыз нарықта технология өндірушілер мен сатушылар арасында үлкен қызығушылық тудырды. Қолдау, дамыту және стандарттау үшін LoRa Alliance құрылды. Қазіргі уақытта одақ дамуда, оның мүшелерінің саны үнемі артып келеді. Соңғы үш жылда одақ 500-ден астам компанияға көбейді. Альянстың мүшелері - құрылғылар, технологиялар және түрлі қызметтер өндіретін компаниялар. Одақ құрамына әлемге әйгілі электроника өндірушілері кіреді: Cisco, IBM, Kerlink, IMST, Semtech, Microchip

Technology, сонымен қатар жетекші байланыс операторлары (Bouygues Telecom, KPN, SingTel, Proximus, Swisscom).

Одақтың негізгі мақсаты тұжырымдалды: LoRaWAN стандарты негізінде аппараттық және бағдарламалық жасақтаманы біріктіру. Бұл байланыс операторларына IoT қызметін коммерциялық ұйымдар мен жеке фирмаларға ұсынуға мүмкіндік береді. Осы стандартты қолдану өсіп келе жатқан құрылғылардың қосылуын едәуір жеңілдетуге мүмкіндік береді. LoRa технологиясы LPWAN класына жатады, бұл қаладағы үй-жайларға сигналды тереңірек енуге, сонымен қатар ауылдық жерлерді тұрақты қамтуды қамтамасыз етеді. Мұның бәрі LoRa негізінде Smart City-ге арналған түрлі қосымшаларды әзірлеу және жетілдіру бойынша іске асыруға мүмкіндік береді.

Semtech корпорациясы LoRa Alliance құрылтайшыларының бірі, сонымен қатар LoRa құрылғылары мен LoRa сымсыз RF технологиясы мен LoRaWAN желілерін өндіруші болып табылады.

LoRa - технология және модуляция әдісі.

LoRaWAN - бұл үлкен сыйымдылығы (шамамен 1 миллион құрылғы), қуаты аз және ұзақ диапазоны бар (ашық жерлерде 15 км-ге дейін) желілерге арналған ашық хаттама. Бұл хаттама желілік тораптар арасындағы байланысты қамтамасыз етеді және жүйенің сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ететін арнайы шифрлау әдістерін қолданады.

2.4 LORA технологиясының негізгі ерекшеліктері

Сымсыз сенсорлардың желісін дамыту кезінде қосымша сигналды қайталағыштарсыз жасау үшін радио байланысының максималды диапазонына үлкен мән беріледі. Бұл шығындарды азайтып, топологияны жеңілдетеді. Сондықтан жүйенің тиімділігін сипаттайтын негізгі параметр - байланыс арнасының бюджеті. Ол қабылдағыштың сезімталдығы мен таратқыштың қуатынан тұрады. Жоғары сезімталдық (-148 дБм) LORA модуляциясының арқасында қол жеткізілетін LORA құрылғыларының маңызды сипаттамаларының бірі (2.1 кесте).

Осы модуляция әдісімен спектрдің спектрлік технологиясы қолданылады және белгілі бір уақыт аралығында жиілігі жоғарылайтын немесе төмендейтін кең жолақты LFM импульстарымен кодталады. Бұл шешім қабылдағыштың номиналды мәннен жиілік ауытқуларына тұрақтылығын береді және сағат генераторына қойылатын талаптарды едәуір жеңілдетеді.

2.1 кесте – Модуляцияның әр түрлі әдістері үшін шу коэффициентіне сигнал

Модуляция түрі	Сигнал/шум қатынасы, дБ
LoRa SF=12	-20
LoRa SF=10	-15
GMSK	9

Егер біз трансиверлердің рұқсат етілген ең жоғары шығу қуатын ескеретін болсақ, арнаның бюджеті 168 дБ құрайды, бұл бізге алыс қашықтықтарда байланыс желісін құруға мүмкіндік береді. Бұл қала шегінен тыс 15 км-ге дейін және тығыз орналасқан қалалық ортада шамамен 5 км болады. Ақылды өлшеу құралдарын модуляцияның басқа түрімен пайдалану кезінде деректерді беру ауқымы шамамен 2 км құрайды. Ультра ұзын LORA таратқыштары желіні оңай орналастыруды қамтамасыз етеді. Олар жұлдыз топологиясын пайдаланады және қарапайым сәулет реле арқылы деректерді беруді қажет етпейді. Мұндай желіде сіз батареяның қызмет ету кезеңіндегі барлық түйіндердің ұзақтығын дәл есептей аласыз. Бұл оны әр түрлі өлшеу құралдарында қолдануға әмбебап етеді. Ақырғы нүкте қабылдағыштарының қуаты өте төмен, бұл оларды батареямен жұмыс істейтін құрылғылар үшін ерекше етеді. Мұндай желіні көптеген түйіндермен орналастырған кезде үйлесімділіктің маңызы зор.

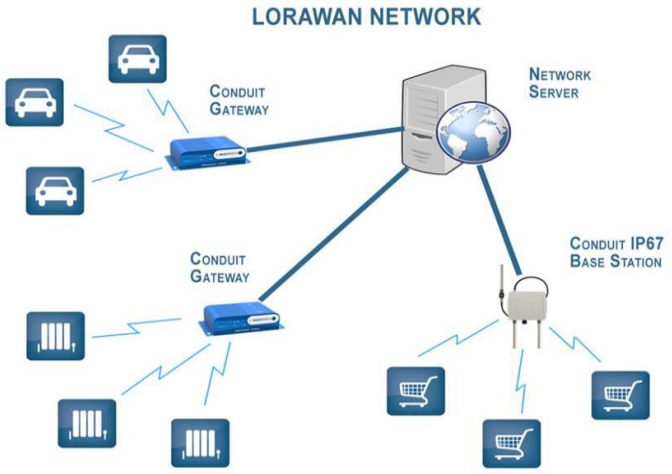
Желіні орналастырудың төмен құны бар, өйткені қайталағыштар жоқ, лицензияланбаған диапазон қолданылады, ақысыз протокол бар. Бұл елдегі жүйелерді қолданудың шешуші факторы.

Сонымен, LoRa технологиясының негізгі белгілері:

1) қабылдағыштың жоғары сезімталдығы;
2) қуатты аз тұтыну;
3) қабылдағыштың жоғары релелік қорғанысы;
4) импульстік шу жағдайындағы қателіктерді түзету жүйесі.

2.5 LoRaWAN желісінің жұмыс принципі

Желілік қосымшалар нарығындағы LoRaWAN стандарты жақында пайда болды, бірақ оны қолданудың көптеген мысалдары бар. 2.10 суретте LoRa - Internet of Things станциясының ақырғы түйіндерден мәліметтерді қалай жинайтындығы көрсетілген. Шлюздер арқылы бұл түйіндер көрінбейтін көпірлер қалыптастырады, олар орталық серверге қосылады. Соңғы түйіндер абоненттерге тиесілі, ал оператор орталық сервер мен шлюздерді басқарады.



2.10 сурет – LoRaWAN типтік сымсыз желі

LoRaWAN - бұл ғаламдық желі. Сондықтан, әзірлеушілердің басты міндеті - пайдаланушылардың деректерін қорғау. Ол үшін кодтау бірнеше деңгейде жүзеге асырылады: желі деңгейінде, бағдарлама деңгейінде қауіпсіздік.

LoRaWAN типтік сымсыз желі дегеніміз - соңғы құрылғылар мен орталық сервер (Network Server, NS) арасындағы хабарламаларды жіберетін шлюздер жиынтығы және қосымшалардың жұлдызды топологиясымен сипатталады.

Шлюздер кейде тораптар мен базалық станциялар, ал соңғы құрылғылар мот деп аталады. Шлюздер мен орталық сервер стандартты IP қосылыстары арқылы, шлюздер мен соңғы құрылғылар арасындағы сымсыз қосылыстар арқылы байланысады. Бүкіл процесс ұзақ қашықтықта лицензияланбаған жиілік диапазонында төмен жылдамдықтағы деректерді сымсыз жіберуге арналған. Байланыс екі жақты, бірақ деректердің негізгі бөлігі терминалдық құрылғылардан шлюздерге беріледі. LoRaWAN желісі құрылғылардың үш класын қолдануды қарастырады. Олар қосымшаларға байланысты әртүрлі мәселелерді шешу үшін қолданылады.

1 екі бағытты соңғы құрылғылар, А класы. Бұл соңғы құрылғылар деректерді серверге тасымалдау кезінде ең аз қуат тұтыну қажет болған кезде қолданылады.

2 екі бағытты соңғы құрылғылар, В класы. А класынан ерекшелігі - қосымша қабылдау терезесі. Оның құрылғысы кесте бойынша ашылады. Бұл дегеніміз, серверден деректерді жіберу тек соңғы құрылғы байланыста болғанда ғана жүзеге асырылады. Аяқтау құрылғысын жоспарлау шлюздегі сигналмен синхрондалады.

3 Екі бағытты соңғы құрылғылар, С класы екі бағытты соңғы құрылғылар. Бұл құрылғыларда максималды қабылдау терезесі бар. Олар үлкен көлемде мәлімет алуға арналған және деректерді алуға арналған үздіксіз терезе бар. Осылайша, 1 желілік шлюз шамамен 5 мың соңғы құрылғыларға қызмет көрсетеді.

2.6 LoRaWAN желілерінің артықшылықтары

LoRaWAN желілері лицензиялауды қажет етпейтін жиілік диапазонында жұмыс істейді. Олар жоғары шуылға қарсы иммунитетке ие. Батареяның қызмет ету мерзімі шамамен 10 жыл. Бір базалық станция ондаған мың құрылғыларға қызмет көрсетеді.

Желінің көптеген артықшылықтары бар.

Батареяның қызмет ету мерзімі Деректер алмасу асинхронды және қажеттілік болған кезде ғана жүреді. Қалыпты желілерде құрылғылар «оянады», желімен үндестіреді, хабарламаларды тексереді. Бүкіл процесс энергияны тұтынуға және батареялардың тозуына әкеледі. Батареяның қызмет ету мерзімі басқа технологиялармен салыстырғанда 3-5 есе ұзақ.

Желі сыйымдылығы. Желінің оңтайлы жұмысын қамтамасыз ету үшін шлюз өте жоғары өткізу қабілеттілігіне ие болуы немесе көптеген

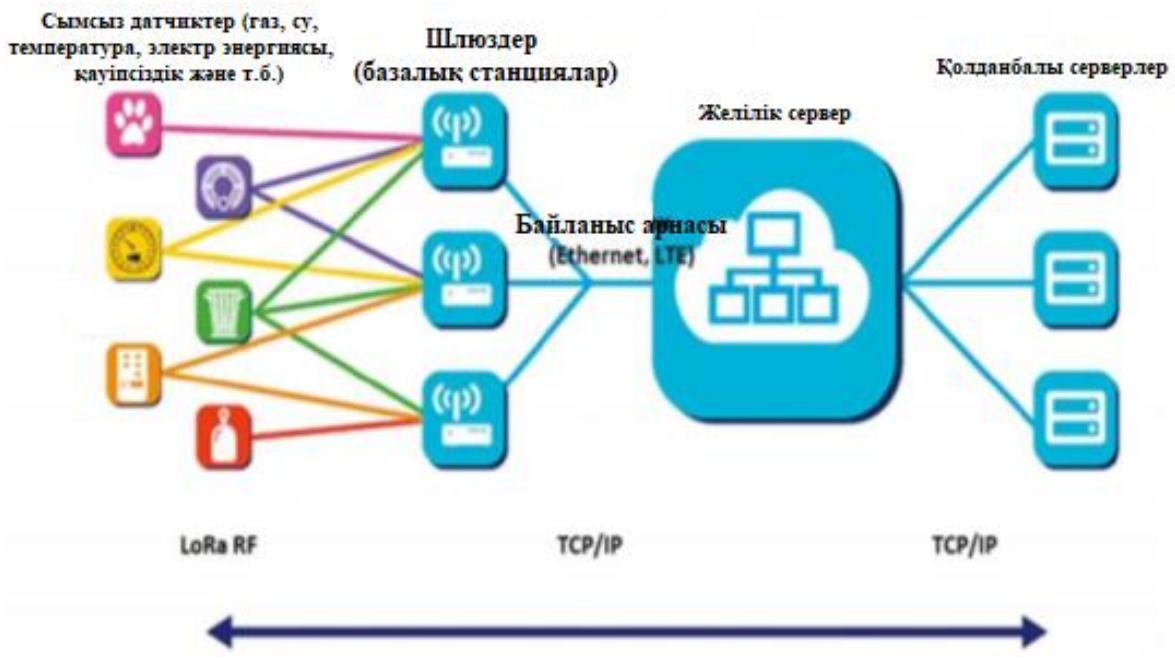
құрылғылардан ақпараттар алуы керек. LoRaWAN желісінің жоғары сыйымдылығына өздігінен реттелетін деректер жиілігін пайдалану, сондай-ақ шлюздегі көп арналы таратқышты қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл хабарламаларды бір уақытта бірнеше арнада алуға мүмкіндік береді.

Шлюздер бір арнаға әртүрлі жылдамдықтағы құрылғылардан ақпаратты алуға мүмкіндік береді. Бейімделетін деректер жылдамдығы батареяның қызмет ету мерзімін арттырады.

LoRaWAN желілері ең аз инфрақұрылыммен орналастырылған. Желідегі құрылғылар санының өсуімен деректерді беру жылдамдығының өзгеруі, сонымен қатар шлюздер санының көбеюі мүмкін.

Радио кедергіге қарсы иммунитет. Желі радио сигналының жоғары енуіне ие. Ол басқа технологиялармен жұмыс істей алмайтын тұрақты қосылымды қамтамасыз етеді. LoRa модемдері кедергілерді 19,5 дБ-ге дейін тоқтата алады (Гауссильді сүзу). Кедергілерді басудың бұл мүмкіндігі жүйені қазіргі заманғы үлкен қалада пайдалануға мүмкіндік береді (2.11 сурет).

2.7 LoRaWAN желілік архитектурасы



2.11 сурет – LoRaWAN желілік архитектурасы

«Желілік топология» термині өзі құрылғыларды желіге қосу әдісін білдіреді. Басқа жолмен, ол желінің құрылымы немесе конфигурациясы деп те аталады. Ол құрылғылардың орналасуын, кабельдерді, жабдықтарды салу әдісін анықтайды. Қазіргі кезеңде бірнеше топология қолданылады. Көбінесе «шина», «сақина», «жұлдыз». LoRaWAN желілерінің архитектурасында жұлдыздар топологиясы қолданылады. Бұл әр құрылғы орталық құрылғыға қосылған жергілікті желі топологиясы. LoRaWAN желілерін құру кезінде бұл топология негізгі болды. Бұл топологияның көптеген артықшылықтары бар:

егер бір жұмыс станциясы сәтсіз болса, ол желіге әсер етпейді, ауқымдылығы және жаңа жабдықты оңай орнатуға болады.

LoRaWAN желісінде шлюздер соңғы құрылғылардан алынған мәліметтерді орталық серверге (желілік сервер) жібереді. Барлық деректер шифрланған. Терминал құрылғыларында сенсорлар жиынтығы бар. Әрі қарай деректер бағдарлама серверіне, сол жерден соңғы пайдаланушыға жіберіледі. Терминалды құрылғылар өлшеу, бақылау және бақылау функцияларын орындайды.

LoRaWAN шлюзі немесе базалық станция мәліметтерді әуе арқылы терминалдық құрылғылардан алады. Осы базалық станциялардың бірнешеуі кең көлемді қамту аймағын, сонымен қатар сервер мен соңғы түйіндер арасында деректерді беруді қамтамасыз етеді.

Бүкіл желіні басқару үшін желілік сервер қажет. Ол кесте жасайды, деректерді қабылдау, сақтау және өңдеу салмағы, жылдамдыққа бейімделеді.

Бағдарлама сервері ақырғы түйіндерден мәліметтерді жинауда бос емес және олардың жұмысын қашықтан басқарады.

2.8 LoRaWAN қолдану салалары

Бұған дейін LoRaWAN желілері басқа желілерге қарағанда жағымды болатындығы бұрын айтылған болатын. Олардың артықшылығы: қондырғының ұзақ қызмет ету мерзімі және техникалық қызмет көрсетусіз. Мұндай экономикалық желілерді пайдалану оларды өмірдің көптеген салаларында тартымды етеді. Қазіргі кезеңде LoRa негізіндегі LPWAN-желілері әлемнің көптеген елдерінде кең таралған. Олар қазірдің өзінде 40-тан астам елде қолданылады.

LoRaWAN қолдану аясы кең. «Ақылды қала» ең перспективалы болып саналады. Технологияның ерекшеліктерін ескере отырып, қолдану аясы өте зор. Урбанизация қарқынды дамып, қалалық проблемалар көбейіп келеді. Тұрғын үй жүйесінде технологияны қолдану ең танымал және болашағы зор. Сымсыз смарт есептегіштер жазбаларыңызды реттеп, ресурстарды үнемдеуге көмектеседі. Олардың көмегімен судың, газдың, электр қуатының шығуын бақылауды ұйымдастыруға, сондай-ақ олардың тұтынылуын бақылауға болады. LoRaWAN желілерін қолдана отырып, Smart Home жүйесін басқаруға болады. Қосымшаны смартфонда пайдалану арқылы иелер мен төтенше жағдайлар қызметі шылымдар, өрттер және басқа төтенше жағдайлар туралы дереу хабардар етіледі. Сонымен қатар, технология сізге адамдардың жайлылығына қамқорлық жасауға мүмкіндік береді. Smart Transport қосымшасы көп уақытты үнемдейді, сенсорлар ауа температурасы мен ылғалдылығын орнатады. LoRaWAN ауа-райы мен атмосфералық қысым туралы ескертеді, бейнебақылау камералары азаматтардың өмірін қауіпсіз етеді.

Мұндай желілерді өнеркәсіпте қолдану перспективалы болып табылады. LoRaWAN желілері оқшауланған ортада жұмыс істей алады, сондықтан оларды шалғай жерлерде, теңізде орналастыруға болады. LoRaWAN -

спутниктік байланыс кәсіпорынның жұмыс істейтін жүйелері мен механизмдерінің күйін бақылауға көмектеседі. Бұл бұзылулар мен материалдық шығындарға байланысты үзілістердің алдын алуға көмектеседі.

Ауылшаруашылығында сенсорлар топырақтың жағдайын, ауаның және топырақтың ылғалдылығын және қолданылатын тыңайтқыштың мөлшерін бақылайды. Жүйенің өзі кептіру аймағын суарумен айналысады, сонымен қатар қатты ылғалданудан аулақ болады, бұл су шығынын едәуір үнемдейді.

Көптеген перспективалы жобалар әлі де іске асырылуын күтуде. Қолдану аясы тек көрсетілгендермен шектелмейді. Қазір хаттама медицина, көлік, қалдықтарды басқару, көшелерді жарықтандыру және өмірдің көптеген басқа салаларында жүзеге асырылуда.

3 M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелерін талдау

Есептеу бөлімінде мен 7200 құрылғы бар ақылды қала мысалын қолдана отырып, M2M жасанды интеллект көмегімен ақылды қаланы салу жүктемесін есептеу міндетін қарастырамын.

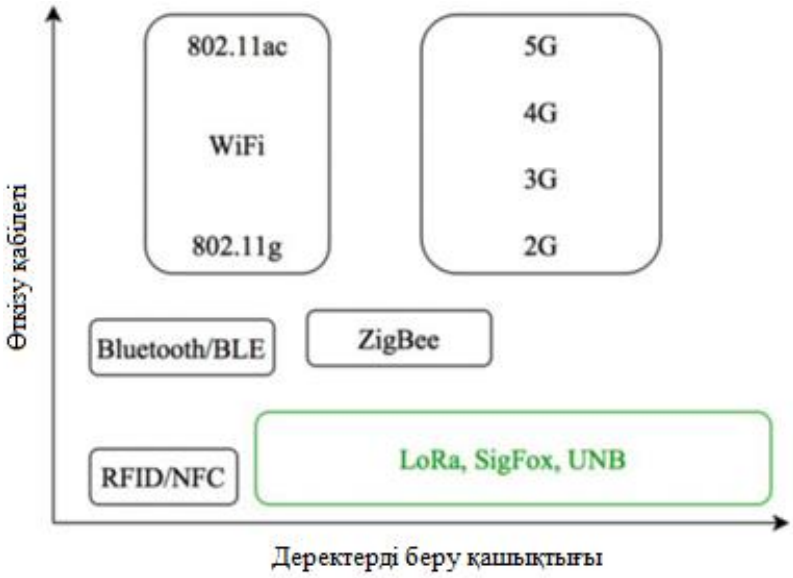
Қалада ақылды заттарды жасау, сонымен қатар олардың арасындағы байланысты қамтамасыз ету жоспарланған. Барлық ақылды заттарға эфир арқылы қол жеткізуге болады, бірақ олардың арасындағы байланыс деректерді берудің сенімділігі мен сапасын қамтамасыз ету үшін M2M провайдерінің таратылған желісінде болады. Бұл шешім сізге 4 ақылды үйдің максималды санын құруға мүмкіндік береді және оларды басқару кейде жеңілдетіледі.

Бұл қаладағы провайдер M2M технологиясының провайдері болып табылады. Жобаланған желіде ақылды заттардың байланысын құруға жол беріледі.

Дизайн және теңшелім Cisco Packet Tracer-де көрсетілетін болады. Сондай-ақ, жоба M2M желісінің өткізу қабілеттілігін, сапа көрсеткіштерін есептеуді жүргізеді.

3.1 M2M сипаттамаларын салыстыру және LORA тиімділігін негіздеу

LORA, Zigbee, Bluetooth, RFID, NFC, SigFox сияқты түрлі радио технологиялар M2M дестелерінің өткізу қабілеті мен тарату диапазонына байланысты айтарлықтай ерекшеленеді (3.1 сурет).



3.1 сурет – Сымсыз технологияны салыстыру

«Интернет заттары» RFID және NFC технологияларының өткізу қабілеті төмен. Олардың мақсаты - жақын қашықтықта жұмыс істеу және аз ғана трафикті беруге болады. Бұл технологиялар радиожиілікті анықтауды белсенді қолданады. Мұндай технологиялар интерфейске қол жеткізуді және ұялы телефондарды пайдалану арқылы төлемдерді басқаруда қолданылады. Берілетін ақпараттың максималды жылдамдығы 400 кбит/с аспайды, ал диапазоны - ең көбі 10 метр [1].

Bluetooth және BTLE сияқты технологиялар радиожиілік пен өткізу қабілетінің ұзақ диапазонына ие. BTLE - Bluetooth сияқты жұмыс істейді, бірақ қуат аз. Радио әрекеттің ауқымы 20 метрге дейін болуы мүмкін, ал мүмкін өткізу қабілеті 1 Мбит/с дейін жетеді. Бұл технологиялар деректерді салыстырмалы түрде қысқа қашықтыққа жіберу үшін қолданылады.

WiFi IoT үшін одан да күшті. 802.11a стандартына сәйкес, WI-FI 5 ГГц жиілікте жұмыс істейді, жылдамдықтар 54 Мбит/с дейінгі мәндерге жетеді. WI-FI 802.11b 2,4 ГГц жиілікте жұмыс істейді, жылдамдығы айтарлықтай 5,5 - 11 Мбит/с-тен аз. WIFI 802.11n - 5 ГГц, 150 Мбит/с. WIFI 802.11g стандартына сәйкес максималды жүктеу жылдамдығы - 54 Мбит/с. Желінің жұмыс істеуі үшін радиотолқындар радиоқабылдағыш арқылы жұмыс істейді. Жиіліктер неғұрлым жоғары болса, тарату жылдамдығы да жоғары болады. [2]

LoRa, SigFox және басқа UNB технологиялары сияқты технологиялар үлкен әсер ету радиусына ие, бірнеше ондаған шақырымға жетеді. WI-FI-мен салыстырғанда өткізу қабілеті айтарлықтай аз, секундына бірнеше ондаған килобит. Сонымен қатар, бұл технология қуатты аз тұтынумен сипатталады, бұл өте тиімді.

5G мобильді байланыс технологиясы жоғары жылдамдықты да, орташа диапазонды да қамтамасыз ете алады, бұл, негізінен, қалалар үшін жеткілікті, бірақ электр қуатын тұтыну аз.

3.2 Радиотолқындардың таралуы

Сымсыз арнаның энергетикалық потенциалы қабылдағыш жабдықтың қалыпты сигнал қабылдауы үшін рұқсат етілген сигналдың мәні деп аталады. Бұл параметр энергия мөлшерін анықтау функциясын орындайды, осылайша сигнал мақсатқа жету үшін қашықтықты басып өтеді және таратқыштан қабылдағышқа беруді қамтамасыз етеді.

Мақсатқа жету үшін электромагниттік толқындардың таралу процесін сипаттау қажет.

Таратқыштан қабылдағышқа сигнал таралу кезіндегі шығындарды келесі формула (3.1) көмегімен табуға болады: [3]:

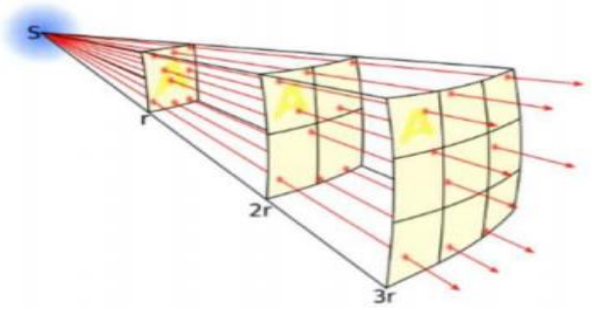
$$\mathrm{FSPL} = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2, \qquad (3.1)$$

мұндағы, d – арақашықтық, м;

f – жиілік, Гц.

1) формуладан түрлендіргіштің сигналы неғұрлым алыс болса, сигнал жоғалу ықтималдығы соғұрлым жоғары болады деген қорытынды жасалды. Бұл шамалардың арасындағы байланыс төртбұрышты.

Формула (1) сфераның ауданын анықтауға ұқсас, бұл кеңістіктегі сигналдың сфералық таралуына байланысты. 3.2 суретте таратқыштан қабылдағышқа дейінгі кеңістіктегі сигналдың сфералық таралуының суреті көрсетілген.



3.2 сурет – Қабылдағыштан қашықтығы бар тұрақты аймақта сигналдың таралуы принципі

Формула бойынша сигналды беру жолындағы шығындар жиілікке де байланысты болады. Егер жиілік жоғарыласа, онда антеннаның көлемін азайту керек, ал оның өлшемдерінің төмендеуі толқын ұзындығының өзгеруіне әкеледі. Ал толқын ұзындығы, өз кезегінде, жиілікке кері пропорционал. Сондай-ақ, кіші өлшемдер қабылдағыштың да кішірек екенін білдіреді.

Логарифмдердегі таралу жоғалуын келесі (3.2) формула бойынша табуға болады [3]:

$$FSPLdB = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) - 147.55 \quad (3.2)$$

3.3 Қабылдағыштың сезімталдығы

Қабылдағыштың сезімталдығын мына (3.3) формула бойынша табамыз [4]:

$$Sensitivity(dBm) = -174 + 10\log_{10}(BW) + NF + SNR \quad (3.3)$$

мұндағы, BW – сымсыз байланыс арнасын өткізу жолағы,
NF – жылулық шу,
SNR –сигнал/шу қатынасы.

Формула (3.3) сымсыз арнаның өткізу қабілеттілігі неғұрлым көп болса, сезімталдықтың соғұрлым төмен болатындығын көрсетеді.

Өткізгіштік қабілеті төмен технологиялар кез-келген сигналды, тіпті шуды да оңай тани алады.

3.4 LoRa технологиясының максималды мүмкін қашықтықты есептеу

LoRa технологиясының өнімділігі параметрлері:
- Таратушы құрылғының қуаты – 15дБм;
- Радиоарнаны өткізу жолағы: 125кГц;
- Сигнал/шу – 21 дБ;
- Жылулық шу – 5 дБ.

Логарифмдегі өткізу жолағының ені – 51 дБ.

(3.2) формуласын қолданамыз және қабылдағыш құрылғының сезімталдық мәнін табамыз:

$$Sensitivity(dBm) = -174 + 51 + 5 - 21 = -139 дБм$$

Энергетикалық әлеуетті табу үшін:

$$15 - (-139) = 154 дБ$$

(3.1) формуласынан ең жоғары рұқсат етілген қашықтықты табуға болады:

$$20\log_{10}(d) = FSPLdB - 20\log_{10}(f) + 147.55$$

Мәндерді формулаға қойып, тексереміз:

$$20\log_{10}(d) = 150 - 20\log_{10}(868000000) + 147.55 = 118.77 Дб$$

d= 800км.

Осылайша, біз сигнал беру кезінде 800 км әрекет қашықтығын тапты. Бірақ іс жүзінде мұндай қашықтық сигналды еңсере алмайды, себебі жолда көптеген кедергілер бар және жалпы сигналдар сынуы, көрінуі және жұтылуы мүмкін. Мұның бәрі сигнал жоғалады. Есептелген мән тек теориялық мәні.

3.5 WI-FI 802.11 n технологиясын берудің барынша мүмкін болатын қашықтығын есептеу

LoRa технологиясының жұмыс істеу параметрлері:

- Жұмыс істеу жиілігі – 5 ГГц;
- Деректерді беру жылдамдығы – 150Мбит/с;
- Таратушы құрылғының қуаты – 20дБм;
- Радиоарнаны өткізу жолағы: 40МГц;
- Сигнал/шу – 20 дБ;
- Жылулық шу – 6 дБ.

Логарифмдегі өткізу жолағының ені – 76 дБ.

(3.2) формуласын қолданамыз және қабылдағыш құрылғының сезімталдық мәнін табамыз [5]:

$$\text{Sensitivity(dBm)} = -174 + 76 + 6 - 20 = -112\text{дБм}$$

Энергетикалық әлеуетті табу үшін:

$$20 - (-112) = 132\text{дБ}$$

(3.1) формуласынан ең жоғары рұқсат етілген қашықтықты табуға болады [5]:

$$20\log_{10}(d) = \text{FSPLdB} - 20\log_{10}(f) + 147.55$$

Мәндерді формулаға қойып, тексереміз:

$$20\log_{10}(d) = 132 - 20\log_{10}(5000000000000) + 147.55 = 35.57\,\text{Дб}$$

d= 60м.

Осылайша, біз сигнал беру кезінде 60 м әрекет қашықтығын тапты. Бірақ іс жүзінде мұндай қашықтық сигналды еңсере алмайды, себебі жолда көптеген кедергілер бар және жалпы сигналдар сынуы, көрінуі және жұтылуы мүмкін. Мұның бәрі сигнал жоғалады. Есептелген мән тек теориялық мәні.

3.6 802.11 n және LoRa стандартының WI-FI технологиясының өткізу қабілетін есептеу

Бір радиоарнаның максималды өткізу қабілетін табу үшін Шеннон (3.4) формуласын қолданамыз [5]:

$$C = F\log_2(1+SRN) \quad (3.4)$$

802.11 n стандартының WI-FI технологиясы үшін:

$$C = 40000000\log_2(1+20) = 148000000, \text{ бит/с}$$

LORA технологиясы үшін:

$$C = 125000\log_2(1+20) = 520000, \text{ бит/с}$$

3.7 802.11 n және LoRa Wi-FI стандартының есептелген 2 технологияны салыстыру

Бұл тарауда M2M 2 технологияға есептеу жүргізілді, нәтижесінде біз тәжірибеде LoRa әрекетінің қашықтығы WI-FI 802.11 n стандартына қарағанда әлдеқайда көп екенін алдық.

LoRaWAN әрекетінің ұзақтығы теориялық жағынан 800 километрге, ал WI-FI қашықтығы - 60 метрге жетуі мүмкін. Ең жоғары өткізу қабілеті біз WI-FI үшін есептелген – 148 Мбит/с, ал LoRaWAN – 520000 Кбит/с.

3.8 Магистральдық арнаның өткізу қабілетін есептеу

Сонымен қатар, ол үшін, барлық мәліметтер алмасу жылдамдығын қамтамасыз ету үшін, ең аз кідірістермен және шығынсыз M2M желісінің өткізу қабілетін есептеу қажет. Жобаланатын желі бойынша әртүрлі мәліметтер берілуі мүмкін, өйткені мүлдем әртүрлі жүйелер жұмыс істейді.

Өткізу қабілеті – M2M жүйелерінің биттерінің секундына бірлікке қатынасын көрсетеді.

Байланыс арнасында берілетін ақпараттың барлық көлемін мына (3.5) формула бойынша табуға болады:

$$Q_п = \sum_i Q_i \cdot N_i, \quad (3.5)$$

мұндағы N_i –Ақылды желінің i-санатын пайдаланушылар саны;

Q_i – байланыс арналары арқылы өтетін пайдаланушылардың i-санаты туралы ақпараттың мөлшері, бит.

Ауылда 1200 адам Интернет қызметін пайдаланады. Пайдаланушыларды санаттарға бөлу 3.1 кестеде көрсетілген. Бір қолданушы бірнеше санаттың мүшесі бола алады.

3.1 кесте – Пайдаланушыларды санаттар бойынша бөлу

Пайдаланушылар санаты	Елді мекеннің M2M желісін пайдаланушылар саны
БКБ деректері, конференциялар	300

3.1 кестенің жалғасы

Жарықтандыру жүйелерінің деректері	200
Барлық елді мекен бойынша күзет-өрт сигнализациясы жүйелерінің деректері	300
Күн батареяларының деректері	100
Жергілікті халықтың үйлерінде тікелей орнатылған жүйелерден деректер	3900
Төлем жүйелерінің деректері	300
Жел генераторларының, жел датчиктерінің, желдеткіштердің деректері	200
Радиометр мәліметтері	200
Бейнебақылау деректері	500
Интернет деректері	1200

Бір құрылғыға пайдаланушылардың санаттары бойынша ең үлкен жүктеме сағатына провайдердің байланыс арналары бойынша берілетін деректер көлемі:

- тыныс алу жүйесінің деректері-100Мбит;
- барлық елді мекен бойынша күзет – өрт сигнализациясы жүйелерінің деректері-150Мбит;
- күн батареяларының деректері-180Мбит;
- жергілікті тұрғындардың үйлерінде тікелей орнатылған жүйелердің деректері-80Мбит;
- төлем жүйелерінің деректері-200Мбит;
- жел генераторларының, жел датчиктерінің, вентилляторлардың деректері-150Мбит;
- радиометр мәліметтері-120 Мбит;
- 300 Мбит бейнебақылау деректері;
- интернет деректері 500 Мбит;
- БКБ (бейнеконференцбайланыс), конференциялар деректері-600 Мбит.

Енді провайдердің байланыс арналары арқылы ЕҮЖС (Ең үлкен жүктеме сағаты) берілетін ақпараттың барлық көлемін есептейміз, (3.5) формуланы қолдануға болады:

$$Q_п = 200 \cdot 100 + 150 \cdot 300 + 180 \cdot 100 + 300 \cdot 600 + 3900 \cdot 80 + 300 \cdot 200 + 200 \cdot 150 +$$
$$+ 120 \cdot 200 + 500 \cdot 300 + 500 \cdot 1200 = 1439 Гбит / час.$$

Секунд түріне аударып және өткізу қабілетін секунд түрінде аламыз:

$$\frac{Q_п}{с} = \frac{1439 Гбит/час}{3600} = 399 Мбит/с.$$

Осылайша өткізу қабілеті ЕҮЖС-ы 399 Мбит/с тең.

Ethernet технологиясы бойынша қызметтік ақпарат 18 байтты құрайды, ал деректер 1500 байтты құрайды.

Ethernet Формат кадры 3.1-суретте келтірілген.

6 байт	6 байт	2 байта	46-1500 байт	4 байта
Алушының мекен-жайы	Жіберушінің мекен-жайы	Тип	Деректер	Бақылау сомасы

Тақырып Тіркеме

3.1 сурет – Кадр форматы

Пайдалы деректерді беруге арналған дестелердің санын келесі (3.6) формуламен табуға болады:

$$N_{пакетов} = \left[\frac{Q_{общ}}{1500 \cdot 8}\right] + 1, \qquad (3.6)$$

мұндағы $Q_{общ}$ – желіде берілетін деректердің толық көлемі, бит;

1500 – әр дестенің деректері, байт.

$$N_{пакетов} = \left(\frac{399000000}{1500*8}\right) + 1 = 33250, \text{ десте/с}$$

Арна қаладағы жоғары тұрған оператордан жалға алынатын болады. Қажетті өткізу қабілетін табу үшін жаппай қызмет көрсету теориясын пайдалану қажет. Біз байланыс арнасы бойынша дестелердің қанша саны берілгенін білеміз,өткізу қабілетін білеміз.

Дестелердің түсу жылдамдығын мына (3.7) формула бойынша табуға болады:

$$V = \frac{N_{пакетов}}{T}, \qquad (3.7)$$

мұндағы $N_{дестеов}$ – секундына берілетін дестелер саны;

T – дестелердің түсу уақыты, шамамен 1 сағат.

Сандық деректерді (3.7) формуласына қоя аламыз:

$$V = \frac{33250}{1} = 33250 \text{ пакет / с}.$$

Бір дестенің ұзындығы мына (3.8) формула бойынша анықталады:

$$L_{пакета} = L_{адр} + L_{инф}, \qquad (3.8)$$

мұндағы $L_{инф}$ – десте деректері, байт;

$L_{адр}$ – дестенің қызметтік бөлігі, байт.

M2M желісіндегі дестенің ұзындығын табыңыз. Дестенің қызмет көрсету бөлігінің ұзындығы 18 байт, ал бір дестенің деректері 1500 байт құрайды.

$$L_{пакета} = 18 + 1500 = 1518 \text{ байт.}$$

Қызмет тарифін табу үшін арнадағы кіріс жылдамдығын табу керек.

Бір дестенің қызмет ету уақытын (3.8) формула бойынша табуға болады:

$$t_{обсл.пакет} = (L_{пакета} \times 8)/V_{канала}, \qquad (3.8)$$

мұндағы $L_{пакета}$ – M2M байланыс каналында берілетін дестенің ұзындығы, байт;

$V_{канала}$ – байланыс жылдамдығы, бит/с.

Біз (3.9) формуланы қолданамыз және қызмет көрсету жылдамдығын табамыз. Ақпаратқа қызмет көрсету жылдамдығы ақпаратқа қызмет көрсету уақытына кері пропорционал:

$$V_{обсл} = \frac{1}{t_{обсл.пакет}} = \frac{V_{канала}}{L_{пакета} \cdot 8}. \qquad (3.9)$$

Деректер беру жылдамдығын есептеу екі нәтижеге әкеледі:

- ақпарат беру жылдамдығы кіріс ақпаратының жылдамдығынан үлкен. Бұл байланыс жүйесінің өткізу қабілеттілігі оңтайлы режимде, кідірістер мен шығындарсыз, өте жақсы сапада жұмыс істеуге жеткілікті екенін білдіреді;

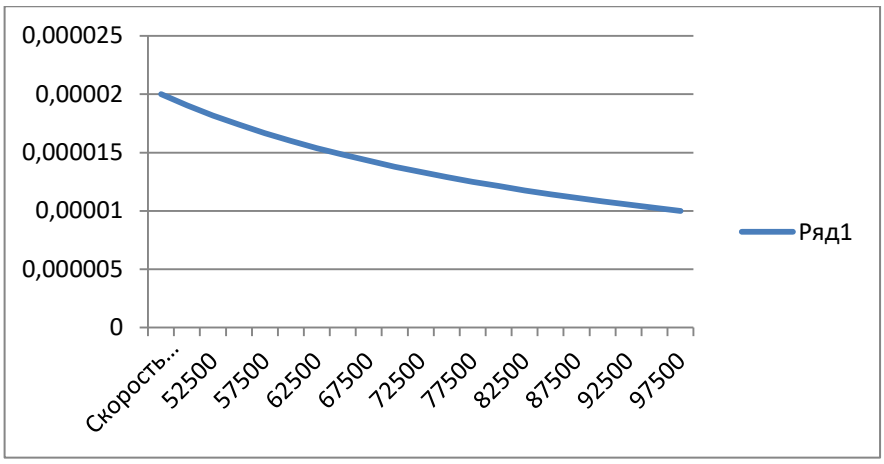
- түсетін ақпараттың жылдамдығы осы арнадағы пайдалы деректердің қызмет көрсету жылдамдығынан асады. Егер біз осындай нәтижеге қол жеткізсек, онда бұл байланыс арнасының сыйымдылығы жеткіліксіз және M2M байланыс арнасын кеңейту туралы ойланудың мағынасы болады. Мұндай дестелерді жіберу үшін дестелік буферлеу қажет. Бірақ кешігулер мен жалғасатын кезек M2M провайдерінің тұтынушыларын алаңдатады. Осы теорияны қолдана отырып, каналдың кідірісін есептеуге болады (3.2 сурет).

Байланыс арнасы бойынша 390 Мбит/с-тен 700 Мбит/с-қа дейінгі деректер беру жылдамдығының бірнеше мәнін таңдау керек, өзгерту қадамы

10 Мбит/с құрайды. Қызметтік дестелердің уақыты мен жылдамдығын есептеу қажет. Барлық орындалған есептер 3.2 кестеге орналастырылады.

3.2 кесте – Арнадағы байланыс дестелеріне қызмет көрсету жылдамдығын есептеу

Байланыс каналындағы берілетін ақпараттың жылдамдығы, бит/с	Бір дестенің қызмет ету мерзімі, сек	Арнадағы байланыс дестелеріне қызмет көрсету жылдамдығы, десте/с
600000000	0,00002000	50000
630000000	0,00001905	52500
660000000	0,00001818	55000
690000000	0,00001739	57500
720000000	0,00001667	60000
750000000	0,00001600	62500
780000000	0,00001538	65000
800000000	0,00001481	67500
840000000	0,00001429	70000
870000000	0,00001379	72500
900000000	0,00001333	75000
930000000	0,00001290	77500
960000000	0,00001250	80000
990000000	0,00001212	82500
1020000000	0,00001176	85000
1050000000	0,00001143	87500
1080000000	0,00001111	90000
1110000000	0,00001081	92500
1140000000	0,00001053	95000
1170000000	0,00001026	97500
1200000000	0,00001000	100000



3.2 сурет – Қызмет көрсету уақытының дестелерге қызмет көрсету жылдамдығына тәуелділік кестесі

Байланыс арнасын пайдалану дәрежесін келесі формула бойынша табуға болады (3.10):

$$P=\frac{V}{V_{обсл.}}, \qquad (3.10)$$

мұндағы V – M2M байланыс арнасына дестелердің түсу жылдамдығы, десте/с;

$V_{обслуж.}$ – дестенің қызмет көрсету жылдамдығы, десте/с.

Байланыс каналында дестелердің болмау ықтималдығын (3.11) формуламен табамыз:

$$\mathbf{P_0=1-P}, \qquad (3.11)$$

мұндағы P – ақылды арнаны пайдалану.

Қабылдау және қызмет көрсету жылдамдығын біле отырып, байланыс каналын пайдалану дәрежесін есептеу керек.

Барлық есептеу нәтижелері 3.3 кестеде көрсетілген.

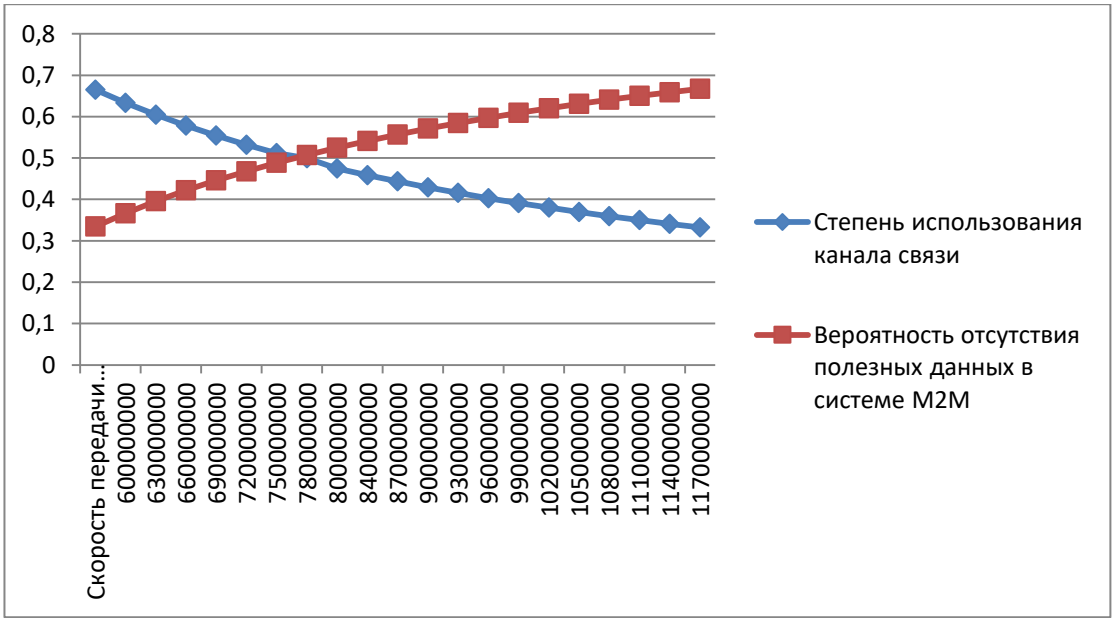
3.3 кесте – Жұмыс дәрежесі және байланыс каналында дестелердің болмауы ықтималдығы

M2M жүйесіндегі дестенің берілу жылдамдығы, бит/с	Байланыс арнасын пайдалану дәрежесі	M2M жүйесінде пайдалы деректердің болмау ықтималдығы
600000000	0,66500000000	0,33500000000
630000000	0,63333333333	0,36666666667
660000000	0,60454545455	0,39545454545

3.3 кестенің жалғасы

690000000	0,57826086957	0,42173913043
720000000	0,55416666667	0,44583333333
750000000	0,53200000000	0,46800000000
780000000	0,51153846154	0,48846153846
800000000	0,49959259259	0,50740740741
840000000	0,47500000000	0,52500000000
870000000	0,45862068966	0,54137931034
900000000	0,44333333333	0,55666666667
930000000	0,42903225806	0,57096774194
960000000	0,41562500000	0,58437500000
990000000	0,40303030303	0,59696969697
1020000000	0,39117647059	0,60882352941
1050000000	0,38000000000	0,62000000000
1080000000	0,36944444444	0,63055555556
1110000000	0,35945945946	0,64054054054
1140000000	0,35000000000	0,65000000000
1170000000	0,34102564103	0,65897435897
1200000000	0,33250000000	0,66750000000

Пайда болу ықтималдығын есептегеннен кейін және канал қаншалықты еркін болғаннан кейін, сіз M2M өткізу қабілеттілігін және каналдың орналасу дәрежесінің графигіне және M2M желісі бойынша мәліметтер берілетін жылдамдықтан дестелердің болмау ықтималдығына сүйене отырып анықтауыңыз керек. График 3.3 суретте көрсетілген.



3.3 сурет – Желінің өткізу қабілеттілігімен салыстырғанда арнаның орналасуы

Мен 2 қисық сызық қиылысатын жерден оңтайлы өткізу қабілетін табамын. Біздің жағдайда, ең жақсы нұсқа - бұл өткізу қабілеті 780 Мбит/с.

Енді біз келесі параметрлерді есептей аламыз:

- бір уақытта M2M жүйесінде болатын дестелердің орташа саны;
- кезекте тұрған дестелердің орташа саны;
- M2M желісіндегі дестелік транзиттің орташа уақыты
- пайдаланушының кезекте тұрған орташа уақыты.

M2M жүйесінде болатын дестелердің орташа санын, мен 3.12 формуласын пайдаланып табамын:

$$L=\frac{V}{V_{обслуж}-V}, \qquad (3.12)$$

мұндағы V – ЕҮЖС-на дестенің келу жылдамдығы:;

$V_{обслуж}$ – пайдалы деректерді беру жылдамдығы.

Біз формуланы қолданамыз (3.12):

$$L=\frac{33250}{67500-33250}\approx 0.97.$$

Кезек күтетін дестелердің санын (3.13) формула бойынша табуға болады.:

$$L_q=P\cdot L, \qquad (3.13)$$

мұндағы P - M2M арнасын пайдалану дәрежесі.

(3.13) формуласын қолданамыз:

$$L_q=0.97\cdot 0,4995=0,485 \text{ дестеов.}$$

Дестенің M2M желісінде өткізген орташа уақытын (3.14) формула бойынша табуға болады:

$$W=\frac{1}{V_{обслуж}-V}, \qquad (3.14)$$

мұндағы $V_{обслуж.}$ – ақылды жүйенің деректерді беру жылдамдығы;

V – дестенің келу жылдамдығы.

(3.14) формуласын қолданамыз:

$$W=\frac{1}{67500-33250}\approx 0,000029\ с.$$

Осылайша, M2M байланыс каналында дестелерді беру кезінде 800 Мбит/с өткізу қабілетімен 29 мс кідіртуге болатындығы анықталды.

M2M жүйесіндегі орташа уақытты табу үшін (3.15) формуланы қолдануға болады:

$$W_q = W \cdot P, \tag{3.15}$$

мұндағы W - дестелердің жүйеде болу уақыты;

P - M2M арнасының жұмыспен қамтылу дәрежесі.

(3.15) формуласын қолданамыз:

$$W_q = 0,000029 * 0,485 = 0,000014 \text{ с.}$$

Бір дестеге қызмет көрсетілетін уақытты (3.16) формула бойынша табамыз (3.16):

$$t_{пер} = t_{обсл.рпента} = W - W_q . \tag{3.16}$$

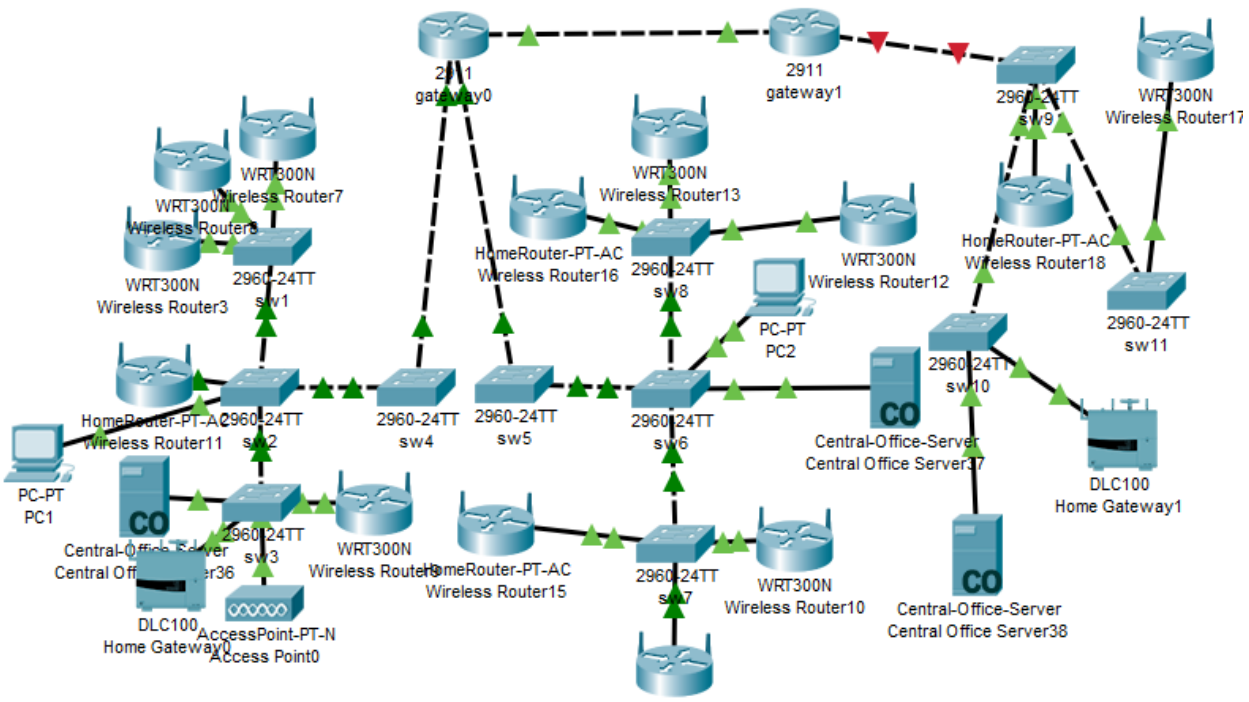
(3.16) формуласын қолданамыз:

$$t_{пер} = t_{обсл.\ пакета} = 0,000029 - 0,000014 = 0,000015 \text{ с.}$$

Қорытынды: осылайша, 2 қисықтың қиылысу нүктесінен өткізу қабілеті табылды. Сонымен қатар, M2M жүйесінде дестенің орналасу уақыты табылды. 15 мс тең, бұл бастапқы деректермен сәйкес келеді.

3.9 M2M желісінің жобасы

Төменде келтірілген схема M2M (3.4 сурет) бұл умном қаласында. Соңғы ақылды тораптар әлі қосылмаған, өйткені біздің схема бапталмаған. Соңғы түйіндер радиоқолжеткізу арқылы қосылады. Енді Cisco Packet Tracer симуляторында M2M желісін баптауды көрсетемін.



3.4 сурет – Радиоқатынау бойынша M2M желісін ұйымдастыру схемасы

Желі ядросы – 1 маршрутизатор. Содан кейін тарату коммутаторлары жүреді және тікелей клиенттерде қатынау нүктелері, модемдер орнатылған. Сондай-ақ, қалада желіге базалық станциялар арқылы қатынау бар.

Ең басында маршрутизаторда барлық интерфейстерді көтеру және желідегі барлық учаскелерге дейін сабинтерфейстерді жазу қажет. Жобаланған желі 11 VLAN. Содан кейін коммутаторлар арқылы траншты көтеріп, VLAN сұрастыру керек. Кейін кіру нүктелерін теңшеу қажет. Құрылғыны радиоқолжеткізу арқылы қосуға болады. Сонымен қатар, барлық IP-адрестерді BGP бойынша жоғары тұрған операторға беру керек.

Сонымен, баптауға кірісеміз.

Gateway0 маршрутизаторында барлық интерфейстер қосылды. Және сабинтерфейстерді sw4 жағына теңшеу[8]:

```
Router(config)#int gigabitEthernet 0/1.103
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.103, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.103, changed state to
encapsulation dot1q 103
Router(config-subif)#ip address 192.168.103.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#int gigabitEthernet 0/1.104
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.104, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.104, changed state to
encapsulation dot1q 104
Router(config-subif)#ip address 192.168.104.1 255.255.255.0
```

Сол сияқты, Sw4 GigabitEthernet0/1.100,101,102,105,106,107 бағытындағы ішкі беттерді теңшеңіз, оларға 100, 101, 102, 105, 106, 107 және IP мекен-жайларын 192.168.100.1/24, 192.168.101.1/24, 192.168.102.1// іліп қойыңыз 24, 192.168.105.1/24, 192.168.106.1/24, 192.168.107.1/24 сәйкесінше.

sw5 жағына:

```
Router(config)#int gigabitEthernet 0/2.108
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/2.108, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/2.108, changed state to
enc
Router(config-subif)#encapsulation dot1q 108
Router(config-subif)#ip add
Router(config-subif)#ip address 192.168.108.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#exit
Router(config)#int gigabitEthernet 0/2.109
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/2.109, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/2.109, changed state to
encapsulation dot1q 109
Router(config-subif)#ip address 192.168.109.1 255.255.255.0
```

Сонымен қатар ішкі аралық беттер Sw5 GigabitEthernet0/1.110, 111, 112, 113, 114 бағытында реттелді, біз 110, 111, 112, 113, 114 және IP мекенжайларын 192.168.110.1/24, 192.168.111.1/24, 192.168.112.1/24, 192.168.113.1/24, 192.168.114.1/24 сәйкесінше.

Енді sw4 және sw5 қосқышын реттеңіз. Біз VLAN жасаймыз, VLAN магистральдық порттар арқылы тесеміз. Біздің жағдайда магистральдық порттарды коммутаторға және маршрутизаторға бағыттау.

Sw4 қосқышын орнату [8]:

```
Switch(config)#vlan 100
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 101
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 102
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 103
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 104
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 105
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 106
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 107
Switch(config-vlan)#exit
```

Роутер жағына қарай транк порты:

```
Switch(config)#int gigabitEthernet 0/2
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mo
Switch(config-if)#switchport mode tr
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport tr
Switch(config-if)#switchport trunk all
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 100-107
```

Коммутаторлар жағына кіру:

```
Switch(config)#int gigabitEthernet 0/1
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mo
Switch(config-if)#switchport mode tr
Switch(config-if)#switchport mode trunk
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport tr
Switch(config-if)#switchport trunk all
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 100-107
```

Sw5 коммутаторларында бірдей параметрлер жасалынды. VLAN 108-114 құрылды. Маршрутизаторға және коммутаторларға қарай қол жеткізу.

Sw2 және sw6 коммутаторларында настройка жасалынған. Барлық VLAN жасалды. Соңғы мильдің 2 ауысымына сәйкес, транктар тіркелді, кіру порты да тіркелді, оған VLAN ілінді.

VLAN Sw2-де бапталған:

```
Switch(config-if)#vlan 107
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 100
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 101
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 102
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 103
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 104
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 105
Switch(config-vlan)#ex
Switch(config)#vlan 106
Switch(config-vlan)#ex
```

Енді коммутатордың настройкасын енгіземіз.

Кіру порттары SW1-де конфигурацияланады, VLAN тіркелді, магистральдық порт бапталды: [8]:

```
Switch(config)#int fastEthernet 0/3
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport acc
Switch(config-if)#switchport access vlan 100
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/4
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 101
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 102
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#int fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode trunk

Switch(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/1, changed state to
switchport trunk allowed vlan 100-102
```

Sw3:

```
Switch(config)#int fastEthernet 0/2
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport access vlan 104
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#int fastEthernet 0/3
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 105
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#int fastEthernet 0/4
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 106
Switch(config-if)#int gi
Switch(config-if)#int gi
Switch(config-if)#ex
Switch(config)#int gi
Switch(config)#int gigabitEthernet 0/1
Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport mode trunk

Switch(config-if)#
%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1,

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1,

Switch(config-if)#sw
Switch(config-if)#switchport tr
Switch(config-if)#switchport trunk allowed vlan 104-107
Switch(config)#int fastEthernet 0/1
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 107
```

Осыған ұқсас параметрлер sw6, sw7, sw8 коммутаторлары жасалған. VLAN тіркелді, кіру порттары конфигурацияланды. Тарнк порттары да реттеліп, барлық VLAN магистральдарға жіберілді.

Сонымен, бұл бөліктегі параметрлер аяқталды, бірақ біздің желімізде клиенттер бар және олардың арасындағы байланыс, маршруттармен алмасу қажет болатын алыстағы жақ бар.

Бастау үшін, қашықтағы жағын дәл осылай конфигурациялаңыз:

sw9 баптау:

```
Switch(config)#vlan 115
Switch(config-vlan)#name 115
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#vlan 116
Switch(config-vlan)#name 116
Switch(config-vlan)#name 116
Switch(config-vlan)#exit
Switch(config)#INT FAstEthernet 0/1
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport MODE ACCESS
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport ACCESS VLAN 115
Switch(config-if)#INT FAstEthernet 0/3
Switch(config-if)#SWitchport MODE ACCESS
Switch(config-if)#SWitchport ACCESS VLAN 116
```

```
Switch(config)#INT GIgabitEthernet 0/1
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport MO
Switch(config-if)#SWitchport MOde TR
Switch(config-if)#SWitchport MOde TRunk
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport TR
Switch(config-if)#SWitchport TRunk ALL
Switch(config-if)#SWitchport TRunk ALLowed VLAN 115,116
Switch(config)#INT FAstEthernet 0/2
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport MO
Switch(config-if)#SWitchport MOde ACC
Switch(config-if)#SWitchport MOde ACCess
Switch(config-if)#SW
Switch(config-if)#SWitchport ACC
Switch(config-if)#SWitchport ACCess VLAN 115
```

Сонымен, gateway1 маршрутизаторында параметрлер орнатылды:

```
Router(config)#INT GIgabitEthernet 0/1.115
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.115, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.115, changed state to
ENC
Router(config-subif)#ENCapsulation DOT1Q 115
Router(config-subif)#IP ADDRESS 192.168.115.1 255.255.255.0
Router(config-subif)#EXIT
Router(config)#INT GIgabitEthernet 0/1.116
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/1.116, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/1.116, changed state to
ENCapsulation DOT1Q 116
Router(config-subif)#IP ADDRESS 192.168.116.1 255.255.255.0
```

Бұдан әрі маршрутизаторлар арасындағы бағыттар қажет. Біздің жағдайда статикалық бағыттау жеткілікті болады.

gw0:

```
Router(config)#interface gigabitEthernet 0/0.120
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0.120, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0.120, changed state to

Router(config-subif)#enc
Router(config-subif)#encapsulation DOT1Q 120

Router(config-subif)#IP ADDress 192.168.120.1 255.255.255.252
```

На gw1:

```
Router(config)#INT GigabitEthernet 0/0.120
Router(config-subif)#
%LINK-5-CHANGED: Interface GigabitEthernet0/0.120, changed state to up

%LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0.120, changed state to

Router(config-subif)#ENC
Router(config-subif)#ENCapsulation DOT1Q 120
```

```
Router(config-subif)#IP ADDRESS 192.168.120.2 255.255.255.252
Router(config-subif)#EXIT
```

gw0 бастап gw1 дейін пинг жасаймыз:

```
Router#PING 192.168.120.1

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.120.1, timeout is 2
seconds:
!!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 0/2/7 ms
```

Пинг бар, содан кейін байланыс бар.
GW0 бастап GW1 дейін тұрақты маршрутты тіркеңіз:

```
Router(config)#ip route 192.168.115.0 255.255.255.0 192.168.120.2
Router(config)#ip route 192.168.116.0 255.255.255.0 192.168.120.2
```

GW1 бастап GW0 дейін тұрақты маршрутты тіркеңіз [8]:

```
Router(config)#ip route 192.168.114.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.113.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.112.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.111.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.110.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.109.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.108.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.107.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.106.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.105.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.104.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.103.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.102.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.101.0 255.255.255.0 192.168.120.1
Router(config)#ip route 192.168.100.0 255.255.255.0 192.168.120.1
```

Желідегі желіден тест пингін жасайық.
192.168.107.2 до 192.168.115.2 узелден пинг:

```
C:\>ping 192.168.115.2

Pinging 192.168.115.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time=6ms TTL=126
```

192.168.114.2 до 192.168.115.2 Пинг және трейсерт узельдан:

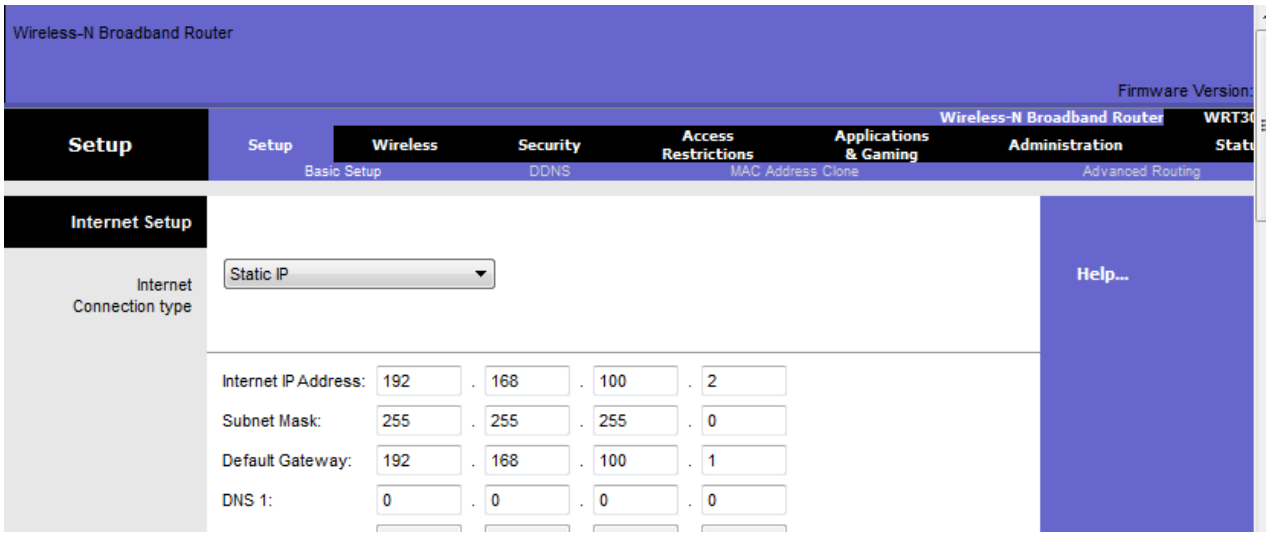
```
C:\>tracert 192.168.115.2

Tracing route to 192.168.115.2 over a maximum of 30 hops:

  1   0 ms      0 ms      0 ms      192.168.114.1
  2   0 ms      0 ms      0 ms      192.168.120.2
  3   0 ms      0 ms      0 ms      192.168.115.2

Trace complete.

C:\>ping 192.168.115.2

Pinging 192.168.115.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.115.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 1ms, Average = 0ms
```

192.168.115.2 до 192.168.114.2 узелден пинг:

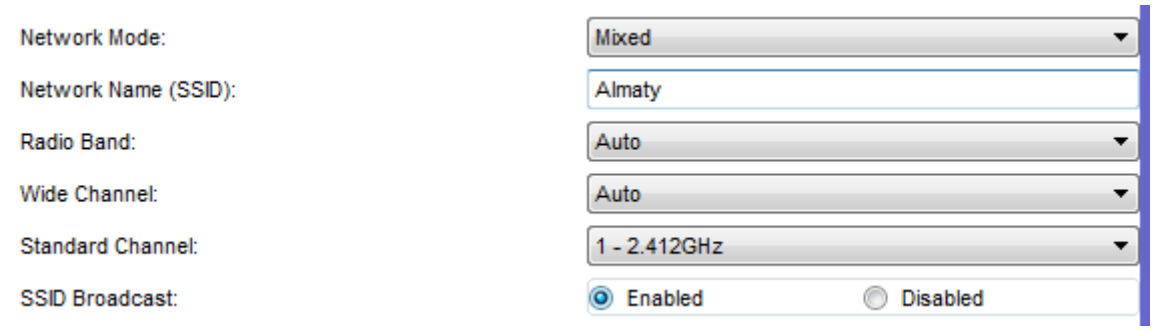
```
C:\>ping 192.168.114.2

Pinging 192.168.114.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.114.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.114.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.114.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.114.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
```

Схема толығымен жұмыс істейді. Енді біз M2M жүйелерін желіге қосуды ұйымдастыруға тырысамыз.

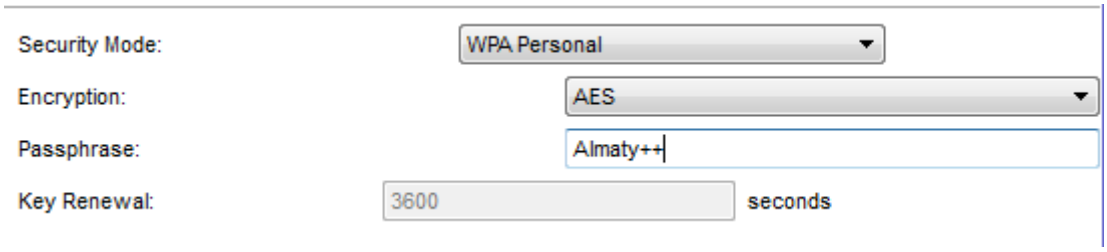
Мысал ретінде нүктелердің біреуін баптаймыз. Нүктенің IP мекенжайы - 192.168.100.2, әдепкі шлюз - 192.168.100.1.



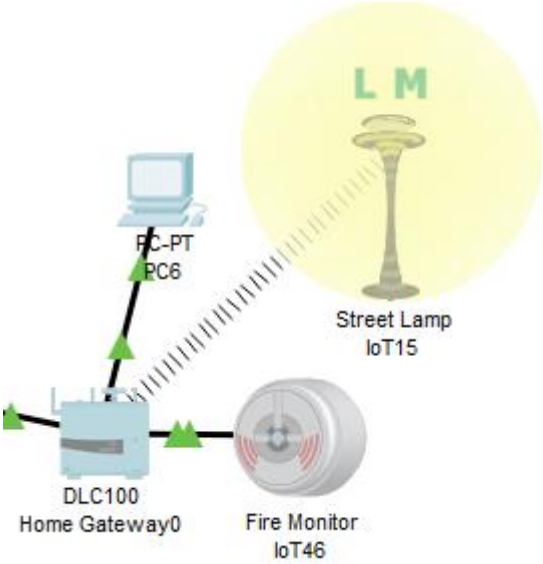
Келесі мекен-жай пулы шығарылды. Барлық мекен-жайлар статистикалық түрде тіркелген. Енді сымсыз қосылуды орнатыңыз. SSID орнатыңыз. SSID тарату қосылған, сымсыз қатынау жиілігін орнатыңыз [9].



Осыдан кейін мен парольді нүктеге қойдым:



Орнатқаннан кейін біз қосылымды кабель арқылы да, сымсыз де көре аламыз:



Біз желінің қалған бөліктерін конфигурацияланған нүктеге қосылған компьютерден аламыз. Реттелген нүктенің жағдайын тексеріңіз:

```
C:\>ping 192.168.115.2

Pinging 192.168.115.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time=13ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126
Reply from 192.168.115.2: bytes=32 time<1ms TTL=126

Ping statistics for 192.168.115.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 3ms
```

ICMP өтеді, сондықтан кіру нүктесінің параметрлерінде проблемалар туындамайды. Қазіргі уақытта M2M желісі толығымен жұмыс істейді.

4 Еңбекті қорғау және өміртіршілік қауіпсіздігі

4.1 Еңбек жағдайларын талдау

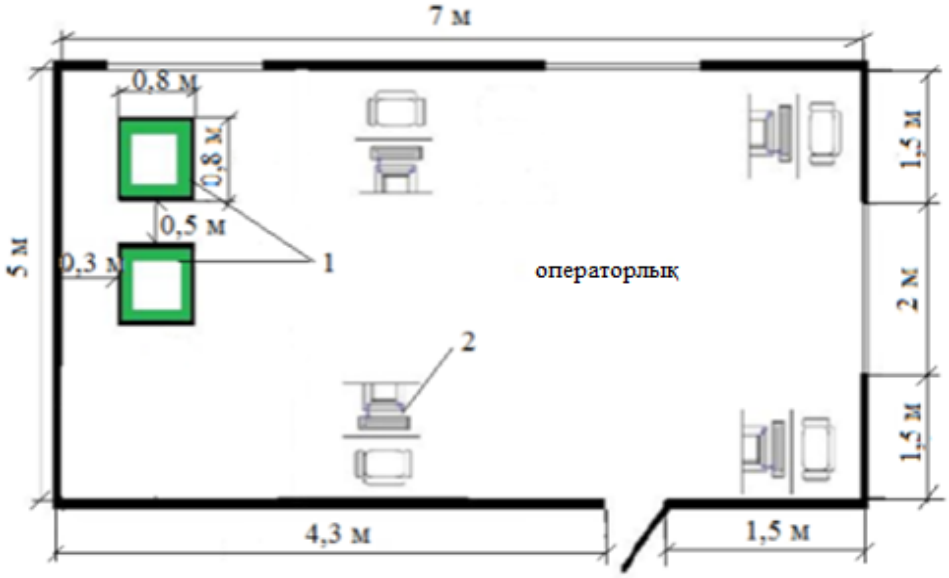
Дипломдық жұмыстың бұл бөлімі M2M желісіндегі радиоқатынау жүйелеріне талдау жасайды, жұмыс жағдайларын талдайды, жарықтандыру жүйесін және қорғаныс жерге қосу құрылғысын есептейді. Бұл үшін бөлменің орналасуы және оператордың жұмыс орны қарастырылады. Жұмыс орнындағы еңбек жағдайларын, жұмыстың зиянды және қауіпті факторларын талдау.

Оператор бөлмесінің қысқаша сипаттамасы: бөлме желінің техникалық іске асырылуын қамтамасыз ететін түрлі жабдықтармен жабдықталған. Сымсыз байланыс желісін іске қосу үшін Zigbee протоколын қолданатын таратқыштар көптеген автономды құрылғыларды желіге қосу үшін қолданылады, содан кейін оларды M2M шлюзін, сенсорларды және батареямен жұмыс істейтін қосқыштарды пайдаланып ұялы желіге біріктіреді. Бұл жағдайда IEEE 802.15.4 стандартына сәйкес келетін Zigbee Pro-модель AnCom RZ/B қолданылады. Желіні кеңейтуге және одан әрі кеңейтуге арналған AnCom ZigBee модемдері 2405-2480 МГц жиілік диапазонында жергілікті сымсыз радио желісін жылдам құруға және құруға мүмкіндік береді.

4.1.1 Жұмыс орнын ұйымдастыру. Бұл жоба Zigbee технологиясын қолдана отырып, M2M сымсыз желісінің дизайнын талқылайды. Қызметкерлердің жұмысы - байланыс арналары арқылы деректерді бақылау және жіберу. Мұның бәрі дербес компьютерде орнатылған арнайы бағдарламалық жасақтаманың көмегімен жасалады, сондықтан жұмысшылар көбіне компьютерде отырады. Сондықтан біз жұмыс орнын ұйымдастыру және дербес компьютермен жұмыс істеу ережелерін еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету тұрғысынан қарастырамыз. Жұмыстың ауырлығы мен қарқындылығына сәйкес жұмыс I санатқа жатады - қолайлы жүктеме кезінде оңтайлы жұмыс жағдайында орындалады және қолайлы жұмыс жағдайларына сәйкес келеді.

Техникалық қызмет көрсету штаты 4 адамнан тұрады: жоба жетекшісі - 1; инженерлік-техникалық персонал - 1; техник - 2.

Жабдықты орналастыру жоспары 4.1 суретте көрсетілген. Ұзындығы А = 7 м, ені В = 5 м, биіктігі Н = 3,5 м, еден үстіндегі жұмыс бетінің биіктігі - 0,8 м, терезелер 1,5 м биіктіктен басталады, терезелердің биіктігі - 2 м.



4.1 сурет – Оператор бөлмесінің жоспары

Камера бөлмесінде 4 адам жұмыс істейді, бір адамға кемінде 8,75 м^2 алаң. Бөлменің ауданы 35 м^2, оның ішінде 3,5 м^2 жабдық шкафтары орналасқан, бұл бір жұмысшыға 7,8 м^2 бөлмені құрайды.

Оператордың жұмыс жағдайы көбінесе басқару бөлмесінің климатына байланысты. ГОСТ 12.1.005-88 [10] стандарттарына сәйкес - жұмыс барысы жеңіл физикалық жұмыстарға жатады және 1В жұмыс санатына жатады. Ол отырады, тұрған немесе қашықтыққа байланысты және физикалық шиеленіспен бірге жүреді. Суық ауа райында жұмыс істейтін 1В санатындағы оңтайлы микроклимат параметрлерінің нормаларына сәйкес, ауа температурасы 21-23 °С деңгейінде, жазда температура 75/60%-дан аспайтын салыстырмалы ылғалдылықпен 23-25 °С болады. Бұл мақсат қысқы жылыту, жазғы ауаны жылыту кезінде қолданылады. Оңтайлы жабық ауа-райы ауаны салқындату жүйесімен қамтамасыз етіледі (4.1 кесте).

4.1 кесте – Өндірістік бөлмелердің жұмыс аймағындағы температураның, салыстырмалы ылғалдылықтың және ауа жылдамдығының нормаланған мәндері

Кезең, жыл	Температура			Салыстырмалы түрде	
	Оңтайлы	Рұқсат етілген		ылғалдылық, %	
		Жоғарғы шек	Төменгі шек	Салыстырмалы түрде	Рұқсат етілген

4.1 кестенің жалғасы

Жылдың суық мезгілі	22-24	25	21	40-60	75
Жылдың жылы мезгілі	23-25	28	22	40-60	28

4.1.2 Электр қауіпсіздігін бағалау. Бөлмеде келесі телекоммуникациялық жабдықты орналастыру керек:

- MiniKom DX-500 ZhT жүйесінің тіректері;
- SDH мультиплексоры;
- ҮҚК (үздіксіз қуат көзі);
- дербес компьютерлер.

«MiniCom DX-500 ZhT» жабдығы келесі жағдайларда оңтайлы жұмыс істейді:

- температура 0-ден 40 °С-қа дейін;
- ылғалдылық 5-тен 95% -ға дейін, конденсацияланбаған;
- тамақтану:
- ауыспалы ток - кернеуі 100-ден 220 В-қа дейін, жиілігі 50/60 Гц, ток 2 - 5 А;
- тікелей ток - 48-ден 60 В-қа дейінгі кернеу, жүктеме тогы 2 - 4 А.

Барлық жабдықтар сертификаттарға ие болғандықтан, кәсіби тәуекел дәрежесі ең төменгі ретінде анықталған.

Қауіпсіздік шаралары бойынша электрлік құрылғылар жұмыс кернеуі 1 кВ дейінгі құрылғыларға жатады.

Электр тогының соғу қаупі дәрежесіне сәйкес бөлме жоғары қауіпке ие емес сыныпқа жатады, өйткені ол талаптарға жауап береді [11]:

- құрғақ;
- қалыпты температурамен;
- оқшауланған едендермен;
- шаңсыз;
- жерге тұйықталған заттар жоқ;

Алайда техникалық қызмет көрсету персоналына тікелей ток соғу мүмкіндігі бар. Қуат көздерін ауыстыру кезінде, коммутациялық қондырғылар және т.б. жабдықта оқшауланбаған электр бөлшектерін (48-ден 60 В-қа дейін) кездейсоқ ұстау мүмкін. Бұл стресс өмірге қауіп төндіреді. Сондықтан бұл жабдық жерге қосылған. Төменде жерге қосу есебі берілген.

Қоршаған ортаның табиғатына сәйкес бөлме «қалыпты құрғақ» класына жатады, салыстырмалы ылғалдылық 60% -дан аспайды. Қол жетімділік тұрғысынан ол электр санатына жатады, яғни. Жабдыққа қол жеткізуді тек электр мамандары жүзеге асырады (4.2 кесте). [11]

4.2 кесте – Өндіріс орнының жұмыс жағдайын бағалау [11]

№	Өндіріс факторының атауы, өлшем бірлігі	ПДК, ПДУ	Нақты фактор деңгейі	Ауытқу мәні +
1	Жұмыс аймағының ауасындағы зиянды химикаттар, мг/мм3	0,01	Аспаптың сезімталдық деңгейінен төмен	Норма
2	Фиброгенді әсер ететін шаң, мг/мм3	0,0015	Аспаптың сезімталдық деңгейінен төмен	Норма
3	Вибрация, дБ	2	0	Норма
4	Шу, дБ	65	44	Норма
5	Сәуле: иондаушы емес, мкВт/см2	60	72	12
6	Иондау мкВт/см2	12	8	Норма
7	Микроклимат: Температура °С,	18-24	21	Норма
8	Салыстырмалы ылғалдылық, %	55-36	52	Норма
9	Жарық беру Е, лк	200	150	Норма
Кәсіби қауіптер класы			2	

Барлық жоғары жиілікті қондырғылар жұмысшыларға әсер ететін сәулелену деңгейі стандартты мәндерден аспайтын етіп жасалған (ГОСТ 12.1.006-76 сәйкес[12]).

4.1.3 Өрттен қашу жоспары. Эвакуация жоспары - эвакуациялау маршруттары мен шығу жолдары, адамдар үшін белгіленген мінез-құлық ережелері, сондай-ақ авариялық жағдайда объектіде қызмет көрсететін персоналдың іс-қимылдарының тәртібі мен реттілігі көрсетілген құжат. Эвакуация жоспары, қауіпсіздік белгілері және бағыт көрсеткіштері төтенше жағдай туындаған кезде адамдарды жаппай жиналатын жерлерден эвакуациялау үшін қажетті шараларды қабылдауға мүмкіндік береді.

Адамдар көп болатын объектіде (тұрғын үйлерден басқа), сондай-ақ жұмыс орындары 10 және одан да көп адамға арналған мекемеде өрт болған жағдайда адамдарды эвакуациялау жоспарлары қамтамасыз етіледі. [13].

Эвакуация жоспарын тағайындау:

Өрт сөндіруді және оларда қолданылатын түтіннен қорғауды ескерместен, өрт қауіпті факторлардың әсеріне ұшырайтын бөлмелерден тыс жерде адамдардың ұйымдасқан дербес қозғалысы процесінің қауіпсіздігін қамтамасыз ете отырып, шығу жолдарын, қашу бағыттарын нақты көрсетіңіз;

Өрт құралдарының және өрт туралы ескерту құралдарының орналасқан жерін көрсетіңіз;

Өртті тапқан әр адам қолдануы керек басым әрекеттер туралы еске түсіріңіз.

4.2 Есептеу бөлімі

4.2.1 Жарықтандыру жүйесін есептеу. Бұл жұмыс аймағында ҚР СНиП РК 2.04-05-2002 [11] сәйкес биіктігі 2 м болатын үш терезе түрінде табиғи бүйір жарықтандыру бартабиғи жарық КЕО табиғи жарық коэффициентімен сипатталады. Бүйірлік жарықта 3 санға дейінгі дәлдікпен жұмыстарды орындау кезінде санитарлық нормаларға сәйкес табиғи жарықтандыру коэффициентінің мәні, кем дегенде 1,5%. Жарық аймағының 4-ші бөлігінде орналасқан Алматы қаласы үшін табиғи жарықтандыру коэффициентінің нормаланған мәні 0,9% құрайды. Осылайша, КЕО-ның нормаланған мәнін қолдана отырып, тесіктердің жарықтандыру ауданын анықтау қажет.

I-IV жерлерде бөлмеде жұмыс істеген кезде жарықтандыру басқа үйлесімде қолданылады. Жалпы жарықтандыруға арналған лампаның көмегімен құралған жұмыс бетінің жарықтандыруы біріктірілген жүйеде және стандарттың 10% құрайды. Бұл жағдайда ең үлкен және ең аз жарық, тиісінше, газ шығаратын шамдар үшін 500 және 150 LX (Люкс), қыздыру лампалары бар 100 және 50 люкс болады. Жұмыс жоғары дәлдікті талап етеді және бұл жағдайда табиғи жарық жеткіліксіз. Дисплейлермен және компьютерлермен жұмыс істейтін персоналдың қалыпты жұмысы үшін қажетті жарықтандыру стандарттарына сәйкес келетін 3 шамды орнату ұсынылған (300 люкс тұрақты жарықтандыру), жасанды жарықтандыруды қайта есептеу арқылы, сондай-ақ қолданыстағы жарықтандыру жабдықтарын ауыстыру мүмкіндігі бар.

4.2.2 Расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Бұл тезистік жоба үшін өндірістік бөлмедегі жасанды жарықтандыру жүйесі есептелген [14]:

Бөлменің ұзындығы - 7 м;

Ені - 4 м;Биіктігі - 3,5 м;

Бөлмеде ақталған төбелер, жарық қабырғалары бар;

Көрнекілік жұмыс категориясы 3 В;

Нормаланған жарықтандыру 150 лк (кесте);

Шағылу коэффициенттері:

Төбе, $\rho_{тобе} = 70\%$

Қабырға, $\rho_{каб} = 50\%$

Еден, $\rho_{еден} = 30\%$

Аспаның есептелген биіктігі - жұмыс беті еденнен 0,8 м биіктікте, шамдардың үстіңгі қабатының биіктігі 0,1 м.

Демек [14]:

$$H_{рас} = H – h_{раб} - h_{св} \quad (4.1)$$

мұндағы H – бөлменің биіктігі;

$h_{раб}$ - жұмыс бетінің биіктігі;

$h_{св}$ - шамның шамадан тыс биіктігі;

$$H_{рас} = 3,5-0,8-0,1 = 2,6 \text{ м}$$

Шамдар арасындағы ең қолайлы қашықтық формула бойынша анықталады [14]:

$$Z=\lambda \cdot h \qquad (4.2)$$

мұндағы λ – шамдар арасындағы ең жақсы қашықтық коэффициенті, λ=1,2 м.

$$Z = 1,2 \cdot 2,6 = 3,12 \text{ м}$$

Шамдар қатарының санын есептейміз [14]:

$$n= B/Z \qquad (4.3)$$

мұндағы B – бөлме ені, B = 5 м;

Z – шамдар арасындағы қашықтық, Z = 3,12 м.

Осыдан:

$$n = 5/3,12 = 1,6 \text{ м}$$

Бөлме индексін формула бойынша анықтаймыз [14]:

$$i = A \cdot B / h \cdot (A+B) \qquad (4.4)$$

Бөлме индексі:

$$i = 7 \cdot 5 / 1,6 \cdot (7+5) = 1,82$$

Пайдалану нормасы тең қабылданады: η =68%

Қауіпсіздік коэффициенті тең таңдалады: k_3 = 1,5

Шамдардың жарқыраған ағыны формула бойынша анықталады [14]:

$$Ф_л = E \cdot k_3 \cdot S \cdot Z / N \qquad (4.5)$$

мұндағы E - алдын ала орнатылған ең аз жарық;

k_3 - қор коэффициенті;

S - жарықтандырылған аймақ, осы формуламен анықталады (4.6) [14]:

$$S = a \cdot b \qquad (4.6)$$

$$S = 7 \cdot 5 = 35 \text{ м}^2;$$

мұндағы Z - біркелкі емес фактор z=1,1;

n - шамдағы шамдар саны;

$Ф_л$ - таңдалатын шамның жарық ағыны;

η - пайдалану коэффициенті.

$$\sum_Ф = 150 \cdot 1{,}5 \cdot 35 \cdot 1{,}1 / 0{,}68 = 12738{,}97 \text{ лм}$$

3-кестеден таңдаймыз $Ф_л = 3050$ лм

Шамдар саны:

$$N = 12738{,}97 / 3050 = 4$$

Біз ШКЖ түріндегі шамдарды қолданамыз (шамның күндізгі жарығы, түсі жақсарған; ШКЖ - люкс) - бұл шашыраған жарық шамдары пластикалық жақтары мен металл торына ие. Лампа ШКЖ шамымен ілінеді – оның қуаты 75 Вт.

4.2.3 Қорғаныш жерге қосу құрылғысын есептеу. Адам тоқ өткізгіш бөліктердегі оқшаулаудың зақымдануы салдарынан кернеу астында қалған металл конструкцияларға немесе электр жабдықтарының корпустарына тиген кезде әртүрлі дәрежедегі адамға электр жарақаттарын келтіруі мүмкін және мұндай жағдайлардың алдын алу үшін қорғаныстық жерге тұйықтау, жерге әдейі жалғану немесе оның эквивалентімен кернеу астында болуы мүмкін металл емес өткізгіш бөліктердің қолданылуы мүмкін. Жерге тұйықтау құрылғысы конструкциялық біріктірілген жерге тұйықтау өткізгіштері мен жерге тұйықтау құралының жиынтығы болып табылады.

Жерге қосқыштар - бұл жермен немесе оның баламасымен байланыста болатын өткізгіштер немесе металл қосылған өткізгіштер жиынтығы. Жерлендіргіш өткізгіш жерге қосу бөлшектерін жерге қосу өткізгішіне қосады. Жерге электрлік байланысы жоқ және оқшаулаудың бұзылуына байланысты қуат алатын электр қондырғысының металл өткізбейтін бөлігіне тию желінің фазаларының біріне тиюге тең. Қуаттандырылатын электр өткізгіш емес металл бөлшектердің жеткілікті аз кедергісі арқылы жерге қосу электр қондырғысының осы бөліктеріндегі кернеуді жерге қатысты төмендетеді және бұл жағдайда мұндай металл бөлікке тиген адам денесі арқылы өтетін ток оның өміріне қауіп төндірмейтін мәнге дейін төмендейді. Жерге жалғанған корпуста оқшаулау бұзылған жағдайда, ол Uз = Iз ·Rз-ге тең кернеуде болады, ал бұл жағдайға тап болған адам кернеуінің астында болады $U_{пр.} = \alpha \cdot U_з$, адам ағымы арқылы өтетін токқа тең болады [15]:

$$I_ч = U_{пр}/R_ч = = \alpha \cdot U_з / R_з = \alpha \cdot I_з \cdot R_з / R_ч, \qquad (4.7)$$

мұндағы Uз − жерге қосу мүмкіндігі;

α − жерге тұйықталған электродтан шығарылғанына байланысты байланыс коэффициенті;

$I_з$ − жерге тұйықталу тоғы;

$R_з$ − жерге қосу кедергісі.

Осылайша, жанасу кернеуі мен адам денесіндегі ток, корпусты жерге тұйықтағыш өткізгіштерімен жерге тұйықталу кедергісі Rз және кіші байланыс коэффициенті арқылы айтарлықтай төмендетуге болады. [16].

ГОСТ 12.1.030 - 81 [17] сәйкес, электр қондырғыларының қорғаныс жерге тұйықталуы 42-тен 380 В-қа дейінгі кернеуде және жоғары қауіпті және ерекше қауіпті бөлмелерде, сондай-ақ жарылғыш бөлмелерде жұмыс істеу кезінде тұрақты токтың 110-нан 440 В-қа дейін, айнымалы және тұрақты кернеудің барлық деңгейлері орындалуы керек.

Жасанды жерге қосу өткізгіштері ретінде диаметрі 35-50 мм болатын жерге салынған болат құбырлар, бұрыштық болат шыбықтар немесе көлденең қимасы кемінде 100 мм2 болатын болат шыбықтар қолданылады. Ұзындығы 2, 3 - 5 м болат құбырдан немесе болаттан жасалған шыбықтар траншеяның топырағына тігіледі (балғамен). Барлық жерге қосқыштар әр жерге қосқышқа дәнекерленген болат шинамен бір-бірімен байланысқан. Жерге тігінен бағытталған бұрыштық болаттың кесектері түріндегі жерге қосқыштардың айырмашылығы басқа пішіндегі жерге қосу қосқыштарымен салыстырғанда артықшылығы бар, өйткені олар топырақ қабаттарын едәуір аз мөлшерде үлкен тереңдікке шығаруға мүмкіндік береді. [15].

Жерге қосу өткізгіштерін үлкен тереңдікке қою жердің қатып қалуына немесе кебуіне сезімтал емес қабаттармен сенімді байланысын қамтамасыз етеді. Бұрыштық болат шыбықтар бояудан, майдан және басқа оқшаулағыш заттардан тазартылады, ал топырақ коррозия тудыруы мүмкін жағдайларда, мырышталған немесе мыс жабындысы бар жерге қосу өткізгіштері қолданылады. Жеке жерге қосу қосқыштары қалыңдығы кемінде 4 мм болат жолақтармен және 1000 В дейінгі қондырғылар үшін кемінде 48 мм² көлденең қималармен байланысады.

Қорғалған объектінің потенциалын теңестіру үшін жерге тұйықтағыш өткізгіштер бір-бірінен біршама қашықтықта (3 - 6 м), бір жерге тұйықтаушы өткізгіштің ағымдық өрісінен әлдеқайда аз, шамамен 20 м.

Жерге қосу есебі кернеуге, бейтарап режимге және қондырғының қуаттылығына байланысты жерге қосу кедергісінің нормасын қамтамасыз ету үшін вертикаль жерге қосу өткізгіштерінің санын және оларды орналастыру жоспарында көрсетілуімен ұзындықты анықтауға дейін азаяды.

Жерге қосу шыбықтары ретінде біз ұзындығы l = 2,5 м, бүйірінің ені b = 0,04 м, қалыңдығы 40 мм болатын болат бұрыш қолданамыз.

Сонымен қатар, формула бойынша, диаметрі d орнына, бұрыштық болаттың балама диаметрін dэ = 0.95 · b-ға тең алмастырамыз, мұндағы b - бұрыштың жақтарының ені. dэ = 0,95 · 0,04 = 0,038 м жерге орналастырылған жалғыз тік құбырлы немесе өзекті электродтың жерге тұрақтылығы Ho > 0,5 м формуласымен анықталады [15]:

$$R_з = \rho/2\pi l\ (\ln 2l/d + ½ \ln 4H + l/5H - 1), \qquad (4.8)$$

мұндағы ρ − есептелген топырақтың кедергісі, Ом·м;

l − жерге қосу ұзындығы, м;

d – трубаның диаметрі, м;

H − жердің бетінен құбырдың ортасына дейінгі қашықтық, м;

H = Ho + l/2; Ho − құбырдың тереңдігі, м;

$$H = 0,7 + 2,5/2 = 1,95 \text{ м.}$$

Есептік ρ ретінде маусымдық ауытқуларды ескере отырып, неғұрлым қолайсыз деп аламыз: ρр = ρ·φ, мұндағы φ – климаттық коэффициенті. Әр түрлі топырақтың меншікті кедергілерінің шамамен мәндері оларда ылғал 15 − 20% - ға дейін болғанда, топырақтың климаттық коэффициентін құрғақ топырақта таңдаймыз (саздақ)), ρр = 100·1,4 = 140 Ом·м:

Есептік ρ ретінде маусымдық ауытқуларды ескере отырып, неғұрлым қолайсыз деп аламыз: $\rho_р = \rho\cdot\varphi$, где φ − климаттық коэффициенті.

$$R_з = 8,92\ (\ln 131,5 + ½ \ln 10,3/7,25) = 8,92\ (\ln 131,5 + ½ \ln 1,42) = 36,45$$

Жерге тұйықтағыштарды алдын ала жоспарда орналастыра отырып, олардың санын және олардың арасындағы қашықтықты анықтаймыз, бұл ηз жерге тұйықтағыштарын пайдалану коэффициентін анықтауға мүмкіндік береді. Дәлірек есептеулер үшін қосылу жолақтарының жеріне қатысты кедергіні ескеру қажет. Жер бетінде көлденең орналасқан ұзын жолақты жерге тұйықтау кезінде токтың ағуына кедергі мынадай формула бойынша анықталады: [15]:

$$R_п = \rho/2\pi l\cdot \ln 2l^2/H_b, \qquad (4.9)$$

егер l/H > 5: 30/0,75 = 40, шартты қанағаттандырады.

$R_п = 140/2\cdot 3,14\cdot 30\ln 2\cdot 30^2/0,75\cdot 0,05 = 140/188,4\cdot \ln 48648,6 = 7,9$ Ом.

Электродтар мен жолақтардың өзара экрандалуын ескере отырып, қосқыш жолақтардың нақты кедергісін мына формула бойынша анықтаймыз [15]:

$$R_{сп} = R_п / \eta_c\ , \qquad (4.10)$$

мұндағы η_c − жолақтарды пайдалану коэффициенті.

Жерге тұйықтағыштың арасындағы қашықтықтың ара қашықтығы a/l = 5/2, 5 = 2, жерге тұйықтағыштың санына байланысты оның ұзындығына қатынасы кезінде қатарға орналасу кезінде η_c қосқыш жолағын пайдалану коэффициенті, жерге тұйықтағыштың саны 7-ге тең.

Осыған сүйене отырып $\eta_c = 0,75$:

$$R_{сп} = 7,9/0,75 = 10,5 \text{ Ом}$$

Тік жерге қосу өткізгіштерінің (шыбықтардың) кедергісі қатынасынан анықталады:

$$l/R_и = l/R_{ст} + l/R_{сп} \qquad (4.11)$$

$$Rст = Rсп \cdot Rи /(Rсп – Rи)$$

$$Rст = 10,5 \cdot 4/(10,5 – 4) = 42/6,5 = 6,4 \text{ Ом}$$

Оларды пайдалану коэффициентін ескере отырып, тік жерге қосу қосқыштарының саны тең болады:

$$n = Rз /ηз \cdot Rст \qquad (4.12)$$

Құбырлардан немесе бұрыштардан жерге қосу өткізгіштерін пайдалану коэффициенті, жолақтардың әсерін ескерусіз, өзектер арасындағы ұзындыққа қатынасы әр түрлі, қатарға орналастырылған жерге қосу өткізгіштер санына байланысты ηз = 0,75.

$$n = 36,45/0,75 \cdot 6,4 = 7 \text{ шт}$$

Қорытындылай келе, есептеулерді алмастыра отырып, есептелген тізбектің кедергісін табамыз [15]:

$$R_к = ((1/n) \cdot R_з \cdot R_п)/((1/n) \cdot (R_з + R_п)) \qquad (4.13)$$

$$R_к = ((1/7) \cdot 36,45 \cdot 7,9)/((1/7) \cdot (36,45+7,9)) = 41,1/13,1 = 3,1 \text{ Ом}$$

Жерге қосу құрылғысының бұл кедергісі жерге қосу құрылғыларына арналған ЭҚОЕ (Электр қондырғыларын орнату ережесі) талаптарына сәйкес келеді және 4 Ом-нан аспайды.

Пайдалану кезінде электр тогының таралуына кедергісін есептік рұқсат етілген мәннен асып түсу мүмкіндігі және жерге қосу сымдарының тұтастығын бұзу мүмкіндігі жоққа шығарылмайды. Жерге қосу кедергісінің жоғарылауы немесе төмендеуі топыраққа төзімділіктің мезгілдік ауытқуының салдары болып табылады, яғни бұл өзгерістер күзде - көктемде және жазда, жауын-шашын аз болған кезде және топыраққа күн көбірек түсетін кезде болады. Жерге қосу желісінің тұтастығын бұзу жерге тұйықтағыштағы кездейсоқ механикалық кернеулерге, жөндеу жұмыстары кезіндегі қате жұмыстарға, ұзақ мерзімді пайдалануға және т.б.

Жоғарыда аталған барлық жағдайларда, жерге қосу құрылғылары, әдетте, корпусқа фазалық кернеу тізбегі кезінде адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету мүмкіндігін жоғалтады, өйткені бұл жерге тұйықтау потенциалының, демек, сенсорлық кернеудің және сатылы кернеудің айтарлықтай артуына әкеледі.

Жоғарыда келтірілген қауіптерді жою үшін барлық қорғаныс жерге қосу элементтерінің жағдайын мұқият бақылау және жерге қосу құрылғысының кедергісін уақтылы өлшеу қажет.

Жерге қосу құрылғыларының күйін анықтау үшін қолданыстағы ережелер мыналарды талап етеді [16]:

- жерге қосу құрылғысының кедергісін өлшеу;
- жерге қосу кедергісін өлшеу кезінде жерге қосу құрылғысының элементтерін тексеру үшін топырақты селективті қазу;
- жабдықты әр жөндеу немесе ауыстыру кезінде жерге қосылған заттар мен жердегі электродтар арасындағы тізбектің болуын тексеру.

Жерге қосудың жеке құрылғысында құрылғының электрлік схемасы, негізгі техникалық және жобалық мәліметтері, жөндеу және өзгертулер туралы ақпарат бар паспорт болуы керек. Жерге қосу құрылғысы суретте көрсетілген.

Жергілікті есептеуіш желіні жобалау кезінде, сондай-ақ оны одан әрі пайдалану және техникалық қызмет көрсету кезінде орындалатын жұмыс жеке электронды компьютерлермен және басқа да соңғы құрылғылармен шығармашылық жұмыс ретінде білікті болуы мүмкін.

Адам еңбегі орын алатын салауатты және қауіпсіз жағдайларды қамтамасыз етумен байланысты мәселелерді зерттеу және шешу жаңа технологиялар мен дизайн жүйелерін дамытудағы маңызды және маңызды міндеттердің бірі болып табылады. Өндірістегі жазатайым оқиғалардың, кәсіптік аурулардың, жазатайым оқиғалардың, жарылыстардың, өрттің ықтимал себептерін үнемі зерттеу, талдау және анықтау, сондай-ақ осы себептерді жоюға бағытталған шаралар мен талаптарды әзірлеу адам еңбегіне қауіпсіз және қолайлы жағдайлар жасауға мүмкіндік береді.

Компьютермен тікелей байланысты жұмысшылардың жұмысы және сәйкесінше олардың өнімділігін едәуір төмендететін факторлардың бүкіл тобының қосымша зиянды әсерлері. Бұл факторларға мыналар жатады [16]:

- монитордан зиянды радиацияның шығуы;
- дұрыс емес жарықтандыру;
- стандартты шу деңгейі;
- кернеудің және басқа факторлардың болуы.

5 Экономикалық бөлім

5.1 Түйіндеме

Бұл дипломдық жоба Zigbee технологиясына негізделген M2M желісін енгізу мүмкіндігін қарастырады. Желіні жобалау Zigbee жергілікті желісін,

M2M шлюзін және мониторинг орталығы орналасқан бөлмеде қажетті құрал-жабдықтарды қолдану арқасында жүзеге асырылады. желілік телеметриялық интернет дабылы.

5.2 Өнім Сипаттамасы

Бүгінгі таңда M2M - шағын және орта көлемдегі ақпаратпен сымсыз желілерді құрудың ең перспективті технологиясы. Zigbee технологиясы радио сенсорымен байланысқан көптеген сенсорлар мен жетектердің таратылған өзін-өзі ұйымдастыратын желісі бола отырып, бақылау мен басқару міндеттерін, адамның араласуынсыз, ұзақ жұмыс істейді.

5.3 Zigbee құрылғысының нарығын талдау

Zigbee стандарты бойынша құрылғыларды пайдалану үшін үш жиілік диапазоны бөлінген: 868 МГц, 915 МГц және 2,4 ГГц. 2007 жылы Zigbee Alliance – Zigbee PRO спецификациясын қабылдады, бұл стандарттың мүмкіндіктерін кеңейтті, атап айтқанда, оны пайдалану үлкен қарапайымдылығы мен үлкен желілерді қолдауы арқасында. Сондай-ақ, желінің масштабталуы үшін қолдау ескерілді: фрагментацияны қолдау - басқа хаттамалармен және жүйелермен өзара әрекеттесу үшін ұзақ хабарламаларды бөліктерге бөлу мүмкіндігі; жиілікті тұрақтылықтың жоғарылауы және мекен-жайларды басқарудың автоматтандырылған құрылғылары.

5.4 M2M желісінің нарығын талдау

Ұялы желіге қол жетімді құрылғылардың ғаламдық жұмыс істеуі үшін M2M технологиясы қолданылады. M2M - бұл қондырғы мен желіге қосылғаннан кейін жабдықпен дербес өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін жабдық пен бағдарламалық жасақтама. 2009 жылдан бастап ETSI Еуропалық телекоммуникация институты Еуропа мен көршілес елдердегі M2M желілеріне қойылатын негізгі талаптарды анықтайтын ережелер шығаруды бастады. M2M қолдану аясы өте кең:

- Дәрі;
- қауіпсіздік;
- Төлем жүйелері;
- тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық;
- навигация;
- «ақылды үй» санатындағы жүйелерде;
- электрондық үкімет;
- энергетикалық ресурстарды басқару және есепке алу жүйелерінде.

5.5 Қаржы жоспары

Қаржы жоспары жалпы капиталды, кірістерді, операциялық шығыстарды, пайданы, кірістілік пен қайтарымдылық кезеңдерін есептеуді қамтитын бизнес-жоспардың бөлігі болып табылады.

Бұл тармақ бағдарламалық қамтамасыздандыру шығындарын қоспағанда, сатып алу, жеткізу, орнату шығындарын есептейді.

Жабдықтың қызмет ету мерзіміне өндіруші қалыпты жұмыс жағдайында 7 жылға дейін кепілдік береді.

Құрал-жабдықтар университет аумағында, оның жатақханаларында және филиалдарында жалдау ақысыз және коммуналдық төлемдерсіз орналастырылған (5.1 кесте).

5.1 кесте – Қажетті жабдықтардың тізімі

Көрсеткіштің атауы	Көрсеткіштердің мәні			
	Саны	Бағасы, тенге	Құны, тенге	
			Абсолюттік мәні	Үлес салмағы, %
Zigzag датчигі	9	12 400	111 600	7,535
Zigzag модемі	6	47 000	282 000	19,04
Zigzag координаторы	3	136 500	409 500	27,648
Сервері	3	166 000	498 000	33,624
M2M шлюзы	3	60 000	180 000	12,153
Жалпы			1 481 100	100

Техникалық-экономикалық көрсеткіштерді есептеу белгілі бір ретпен орындалады және келесі кезеңдерді қамтиды:

- жабдықтарды сатып алуға және оны пайдалануға енгізуге арналған күрделі шығындарды есептеу;
- жылдық пайдалану шығындарының есебі.

Күрделі салымдардың жалпы сомасына:

- жабдықтарды сатып алуға арналған шығындар (оның құны);
- оны тасымалдауға арналған шығындар;
- жабдықты монтаждауға және оны күйге келтіруге арналған шығындар;
- желілік құрылыстарға және беру жүйелеріне арналған шығындар.

Азаматтық құрылыстарды салу қарастырылмайды, өйткені әзірленген құрылғы қолданыстағы ғимаратта, осы үлгідегі құрылғыны орналастыру үшін жарамды және талап етілетін нормаларға жауап беретін алаңда орналасады.

Күрделі шығындарды есептеу:

Жабдықты сатып алу 5.1-кестеде ұсынылған бағалар бойынша жүзеге асырылады. Жабдықтың бағасынан басқа күрделі салымдар мөлшеріне жабдықты тасымалдауға, монтажға және басқа да баптарға шығындар кіреді. Жалпы күрделі шығындар мынадай формула бойынша есептеледі:

$$К_{\sum} = К_{о} + К_{м} + К_{тр} + К_{пр} \qquad (5.1)$$

мұндағы $К_{о}$ – негізгі жабдықтарды сатып алуға күрделі салымдар;

$К_{м}$ – жабдықты орнату шығындары;

$К_{тр}$ – көлік шығындары;

$К_{пр}$ – жобалауға арналған шығындар;

Жабдықты монтаждау, тасымалдау құны жабдық құнының 10% құрайды (монтаж жұмыстарын мердігер компания орындайды), сонда:

$$К_{монт} = К_{транс} = 0,1 \cdot К_{обор} \quad (5.2)$$

$$К_{монт} = К_{транс} = 0,1 \cdot 1481100 = 148110 \text{ тенге}$$

Жабдықты тасымалдау құны:

$$К_{вл} = К_{о} + К_{монт} + К_{транс} \quad (5.3)$$

$$К_{вл} = 1481100 + 148110 + 148110 = 1\ 777\ 320 \text{ тенге}$$

Күрделі шығындарды есептеу нәтижелері 5.2 кестеде келтірілген.

5.2 кесте – Жобаны іске асыруға арналған күрделі шығындар

Көрсеткіштер атауы	Көрсеткіштердің мәні, тенге
Құрал-жабдықтар	1 481 100
Тасымалдау (жабдық құнының 10%)	148 110
Жабдықты тарқату (құнынан 0%)	0
Монтаждау (жабдық құнының 10%)	148 110
Жалпы	1 777 320

Пайдалану шығыстарын есептеу:

Қызметкерлердің санын анықтаймыз, нәтиже 3.4-кестеден тұрады:

Еңбек ақы қорын есептейміз (ФОТ), ФОТ шығындары (5.3) кестеде келтірілген.

Жалақы бойынша шығыстар мынадай формула бойынша айқындалады:

$$ФОТ = ФОТ_{осн} + ФОТ_{доп} \quad (5.4)$$

$$ФОТ_{осн} = ЗП \cdot 12$$

мұндағы ФОТ - еңбек ақы қоры (негізгі және қосымша жалақы);

ЗП - жалақы;

$О_{сн}$ - әлеуметтік салық, ФОТ-ң 9,5%.

Нәтижесінде біз аламыз:

$$ФОТ_{осн} = 315\ 000 \cdot 12 = 3\ 780\ 000 \text{ тенге}$$

5.3 кесте – Еңбек ақы қоры

Қызметі	Көрсеткіштердің мәні		
	Адам саны	Айлық жалақы	Жылдық жалақы, тенге
1 категориялы инженер	1	120 000	1 440 000
2 категориялы инженер	1	80 000	960 000
Техник	1	65 000	780 000
Диспетчер	1	50 000	600 000
$ФОТ_{осн}$, тенге	4	315 000	3 780 000
$ФОТ_{доп}$ (30%), тенге	1 134 000		
Жалпы	4 914 000		

Жылдық еңбекақы қорына негізгі еңбекақының 30% мөлшерінде қосымша жалақы (мереке күндеріндегі жұмыс, үстеме және т. б.) енгізіледі:

$$ФОТ_{доп} = ФОТ_{осн} \cdot 0{,}3 \qquad (5.5)$$

$$ФОТ_{доп} = 3\ 780\ 000 \cdot 0{,}3 = 1\ 134\ 000 \text{ тенге}$$

Нәтижесінде аламыз еңбекақы төлеу қоры:

$$ФОТ = 3\ 780\ 000 + 1\ 134\ 000 = 4\ 914\ 000 \text{тенге}$$

Әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар зейнетақы аударымдарын шегергенде қызметкерлердің еңбек ақы қорынан белгіленген нормалар бойынша жүргізіледі.

$$Q_{сн} = \sum_{k=1}^{n} O_i = \sum_{k=1}^{n} H_i \cdot (ФОТ - ПФ) \qquad (5.6)$$

мұндағы $O_{сн}$ – әлеуметтік қажеттіліктерге аударымдар;

O_i – қорлардың і-ші түрі бойынша аударымдар;

H_i – аударымдардың белгіленген нормалары (ФОТ-ң 9,5%-ы)

ПФ – зейнетақы қоры, ол бүгінгі күні ФОТ-ң 10% мөлшерінде есептеледі.

$$O_{сн} = 0{,}095 \cdot (ФОТ - 0{,}1 \cdot ФОТ), \text{тенге}$$

$$О_{сн} = 0{,}095 \cdot (4\ 914\ 000 - 0{,}1 \cdot 4\ 914\ 000) = 420\ 147 \text{ тенге}$$

Жалпы жағдайда амортизациялық аударымдар жасалған өнімге (қызметтерге) өз құнын ауыстырмаған негізгі өндірістік қорлардың баланстық құнының осы ОПФ түрі үшін белгіленген амортизация нормасына көбейтінділерінің сомасы ретінде есептеледі:

$$А_0 = \frac{\sum Фб_i \cdot На_i}{100} \qquad (5.7)$$

Қазіргі кездегі жағдай бойынша байланыс желісі амортизация нормасы күрделі салымдардан 25% құрайды. Осылайша, амортизациялық аударымдар құрайды:

$$А_0 = \frac{251481100}{100} + \frac{40 \cdot (750500 + 970200 + 70000)}{100} = 1130488$$

Өндіріс мақсаттары үшін электр қуатына шығындар жабдық пен қосымша шығындарға қосылады.

$$З_{эл.эн.} = З_{эл.эн.обр.} + З_{доп.нуж.} \qquad (5.8)$$

$$З_{эл.эн.обр} = W \cdot T \cdot S \qquad (5.9)$$

мұндағы W – тұтынылатын қуат, кВт;
T – жұмыс уақыты, T=8750 сағ/жыл;
S – тариф, 1 кВтч = 20 тенге.

$$З_{эл.эн.обр} = 15 \cdot 8750 \cdot 20 = 2625000 \text{ тенге/год}$$

Қосымша мұқтаждықтарға жұмсалатын шығындарды үлкейтілген көрсеткіш бойынша жабдыққа жұмсалатын шығынның 5% алайық:

$$З_{доп.нуж.} = 0.05 \cdot З_{эл.эн.обр} \qquad (5.10)$$

$$З_{доп.нуж.} = 0{,}05 \cdot 2625000 = 131250 \text{ тенге/год}$$

сонда:

$$З_{эл.эн.} = 2625000 + 131250 = 2756250 \text{ тенге/год}$$

Материалдар мен қосалқы бөлшектерге арналған шығыстар жабдықтар құнының 0,5% құрайды:

$$Э_м = 0,005 \cdot К_{обор} \quad (5.11)$$

$$Э_м = 0,005 \cdot 1481100 = 7405,5 \text{ тенге}$$

Құрылғы құнының 5% көлемінде құрылғыны жөндеу шығындары:

$$Э_{рем} = К_{вл} \cdot 0.05 \quad (5.12)$$

$$Э_{рем} = 1777320 \cdot 0,05 = 88866 \text{ тенге}$$

Пайдалану шығыстары:

$$ΣЭ = ФОТ + ОС + М + Э + А + К + Н \quad (5.13)$$

мұндағы ФОТ – еңбекақы төлеу қоры (негізгі және қосымша жалақы);

ОС – әлеуметтік салық (ФОТ-ң 9,5%-ы);

М – материалдық шығындар және қосалқы бөлшектер (күрделі салымдардың 0,5%);

Э – өндірістік қажеттіліктерге арналған электр энергиясы;

А – амортизациялық аударымдар;

К – кредиттер;

Н – үстеме шығыстар (күрделі салымдардың 40%)

$$ΣЭ = 4\ 914\ 000 + 466\ 830 + 0,005*1\ 777\ 320 + 2\ 756\ 250 + 1\ 130\ 488 + \\ + 0,4*1\ 777\ 320 = 9\ 454\ 186 \text{ тенге}$$

5.6 Табысты есептеу

Негізгі қызметтен түскен кірістер – қолданыстағы тарифтер бойынша тұтынушы жүзеге асырған байланыс қызметінің барлық көлемі үшін байланыс кәсіпорындары алатын кірістер.

$$D_o = \sum q_i \cdot U_i \quad (5.14)$$

мұндағы q_i – заттай көріністегі қызметтердің і-түрінің көлемі;

U_i – қызметтердің і түріне арналған тариф, тенге;

n – қызметтер номенклатурасы.

Немесе орташа кіріс таксы бойынша анықтау:

$$D_o = \sum_{qисх\ пл} \cdot \tau T_i \quad (5.15)$$

мұндағы n – қызметтер номенклатурасы;

$q_{исх\ пл}$ – түрлері бойынша шығыс төлем алмасу;

τT_i – байланыс қызметінің і түрі бойынша орташа кіріс таксы.

M2M қызметтерін көрсетуден түсетін негізгі кіріс бір айдағы абоненттік төлемнің орташа құны негізге алынған тариф бойынша есептеледі. Тариф айына 30 000 тг тең. әкімшілік сектор үшін.

Кеңселер саны 10. Өндірістік сектор үшін Тариф айына 20 000 тг. Кеңселер саны 40. Шаруашылық секторы үшін Тариф айына 15 000 тг. Кеңселер саны 10.

Ұсынылатын қызметтерден жылдық табысты есептейміз:

$$Д = Д_{адм} + Д_{произ} + Д_{хоз} \quad (5.16)$$

$$Д = 300\ 000+800\ 000+150\ 000 = 1\ 250\ 000 \text{ тенге}$$

Әкімшілік сектордағы бір айдағы кірісті есептейміз:

$$Д_{адм} =10 \cdot 30\ 000 = 300\ 000 \text{ тенге}$$

Өндірістік сектордағы бір айдағы табысты есептейміз:

$$Д_{произ} = 40 \cdot 20000 = 800000 \text{ тенге}$$

Рассчитаем доход в производственном секторе за месяц::

$$Д_{хоз} =10 \cdot 15000 =150000 \text{ тенге}$$

Жыл ішіндегі табысты есептейміз:

$$Д_{год} = Д \cdot 12 =1250000 \cdot 12 =15000000 \text{ тенге}$$

Пайда:

$$П = Д – Э_р =15 – 10 = 5 \text{ млн. тенге}$$

Табыс салығы:

$$П_н = 0,2 \cdot П = 0,2 \cdot 5 = 1 \text{ млн тенге}$$

Таза пайда:

$$Ч_Д = П – П_н = 5 – 1 = 4 \text{ млн тенге}$$

Экономикалық тиімділігі:

$$Е_а = Ч_Д / К_{вл} = 4/1,77732 = 2,25$$

Өтімділік мерзімі:

$$T_{ок} = 1 / E_a = 1 / 2,25 = 0,44 \text{ жыл.}$$

Қорытынды

Дипломдық жобада «Интернет заттары» технологиялары және оларды «Ақылды қалада» пайдалану қарастырылды.

Теориялық көздерді зерделей және талдай отырып, бұл технологияларды қолдану адамдардың өмір сүру жағдайларын жақсартуға және қала өмірінің барлық жүйелерін оңтайландыруға үлкен мүмкіндіктер береді деген қорытындыға келді.

«Интернет заттары» заманауи технологиялары егжей-тегжейлі сипатталған және зерттелген, LoRaWAN протоколы толығырақ зерттелген, өйткені Қазақстанда 2017 жылдан бастап LoRa технологияларына негізделген LPWAN-дің энергиялық тиімді жүйесі барлық жеке және көп пәтерлі үйлерді, ғимараттарды және қала аудандарын қамтитын белсенді түрде енгізілуде. Демек, біздің ел үшін бұл өте маңызды. Желілік архитектурада IoT құрылғыларының батареясының қызмет ету мерзімін ұзарту мен байланыс ауқымын қамтамасыз ету арасындағы ең жақсы тепе-теңдік бар. Хаттама лицензияланбаған ауқымда жұмыс істейді және бұл оның құны мен іске асырылу жылдамдығы жағынан бірегейлігі.

LoRa тиімділігі де есептелді: радио толқындарының таралуы, қабылдағыштың сезімталдығы, LoRa технологиясының байланыс желісінің энергия әлеуеті, LoRa желісінің сыйымдылығы. Есептеулер осы технологияның қазіргі артықшылықтарын дәлелдеді және LoRaWAN протоколын біздің елімізде қолдануды негіздеді.

Қорытынды жасалады: жаңа технологияларды жедел енгізу үшін инвестицияны арттыру қажет. Экономикалық тиімділік іске асырудың тиімділігі мен жылдамдығына негізделген болуы керек.

IoT технологиялары саласында жоғары мамандандырылған кадрларды даярлау қажет.

Жаңа технологиялардың енгізілуі жергілікті кадрлардың қарсылығына және қоғамға сенімсіздік тудырады. Инновацияның сөзсіз мүмкіндігіне кеңінен насихаттау және берік сенім қажет. Тұрғындар мен кәсіпорындардың қызметкерлері үшін түсіндіру курстарын, сондай-ақ тағылымдамадан өту және кадрларды қайта даярлауды ұйымдастыруға болады.

Біздің елдің сәтті дамуы мен бәсекеге қабілеттілігі үшін сіз үнемі жаңаруыңыз керек. IoT жобаларын іске асырудың арқасында ел экономикасы сәтті дамиды.

Қысқартулар тізімі

IoT – Internet of things
M2M – Machine-to-Machine
GSM – Global System for Mobile Communcation
GPRS – General Packet Radio Service
3GPP – 3G Partnership Project
ETSI – European Telecommunications Standards Institute
LTE – Long-Term Evolution
PAM – Priority Alarm Message
NB-IoT RE – NarrowBand Internet of Things Radio Equipment
LoRaWAN – Long Range Wide Area Area Networks
NS – Network Server

Әдебиеттер тізімі

1 “Machine-to-Machine (M2M) Communications: Architecture, Performance and Applications”, Carles Anton-Haro and Mischa Dohler, - 2015, Woodhead Publishing

2 Carles Anton-Harro, Mischa Dohler, Machine-to-machine Communications, Architecture, Performance and Applications 1st edition,2015. - 30- 48-62 p.

3 David Boswartchick, Omar Elloumi, Olivier Hersent, M2M Communications A Systems Approach, 2012 y. -95-143 p. 22. River Publishers Internet of Things and M2M Communications,2013. - 183 p.

4 Компьютерные сети. Книга 2: Networking Essentials. Энциклопедия пользователя: Пер. С англ./Марк А. Спортак и др. – К.: Изд– во «ДиаСофт», 1999. – 432 с.

5 Компьютерные сети. Книга 1: High– Performance Networking. Энциклопедия пользователя: Пер. с англ./Марк А. Спортак и др. – К.: Изд– во «ДиаСофт», 1999. – 432 с.

6 Shafiq, M. Z., Ji, L., Liu, A. X., Pang, J., and Wang J.: A First Look at Cellular Machine– to– Machine Traffic – Large Scale Measurement and characterization. SIGMETRICS’12, June pp.

7 Казиева Г.С., Ползик Е.В. IP-телефония и видеосвязь. Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения специальности 5В071900 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации. - А., 2010.

8 Wendell Odom. CCNA Routing and Switching 200-120 Official Cert Guide - Cisco Press, 2015

9 Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети: принципы, технологии, протоколы. – 5-е издание – С-П.: Питер, 2016 – 991с

10 ГОСТ 12.0.003 − 74. Классификация опасных и вредных производственных факторов; введ. 01.01.76. − М. : Издательство стандартов, 1976. − 4 с.

11 Жандаулетова, Ф. Р. Охрана труда: учебник для вузов/Ф.Р. Жандаулетова, Т.Е. Хакимжанов, Т.С. Санатова; МОН РК, НАО АУЭС. - Алматы : АУЭС, 2019. - 399 с.

12 ГОСТ 12.1.006-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. - Группа Т58

13 Волков, О.М. Противопожарная защита вычислительных центров/О.М. Волков, А.Т. Замулюкин. − М.: Стройиздат, 1982. − 64 с.

14 Абдимуратов Ж.С., Мананбаева С.Е. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Расчет производственного освещения» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 20 с.

15 Охрана труда в электроустановках [Текст]/ред. Б.А.Князевского −

М.: Энергия, 1982. − 319с.
16 Сибаров Ю.Г. и др Охрана труда в вычислительных центрах. − М., 1985. − 185 с.
17 ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1). - Группа Т58
18 Волков О.И. Экономика предприятий связи.-М.: Экономика, 2003.
19 Баканов М.И. Шеремет А. Д. Теория экономического анализа.- М.: Финансы и статистика. 2011.
20 Голубицкая Е. Экономика связи.Ozon.ru, 2006
21 Базылов К.Б., Алибаева С.А., Бабич А.А. Методологические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для всех форм обучения специальности 050719 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации. Алматы: АИЭС,2009. – 19 с.
22 Голубицкая Е.А., Жигуляская Г.М. Экономика связи. – М.: Радио и связь, 2000
23 Гончарук В.Д., Канаев Н.Я. Экономика, организация и планирование предприятий связи. М., 2004 г.