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

«ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ»
Кафедра меңгерушісі
PhD докторы, доцент Темырканова Э.К.
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____20<u>20</u>ж.
(қолы)

ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА

Тақырыбы: «Ұялы байланыс ерекшеліктерін миллиметрлік диапазонда (6ГГц-тен жоғары) зерттеу»
Мамандығы: 5В071900 – «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар
Орындаған: Болебаев Мадияр Кадирсейтулы Тобы: РЭТ(ИКТ)к-16-1
(Т.А.Ж.)
Ғылыми жетекшісі: PhD докторы, доцент Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
Кеңесшілер:
экономикалық бөлім бойынша:
доцент Тузелбаев Бакберген Ибадиллаевич
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «__02__» _____06_____20<u>20</u>ж.
(қолы)
өміртіршілігі қауіпсіздігі бойынша:
доцент Жандаулетова Фарида Рустембековна
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «__12__» _____05_____20<u>20</u>ж.
(қолы)
есептеу техникасын қолдану бойынша:
PhD докторы, доцент Темырканова Э.К
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «__12__» _____06_____20<u>20</u>ж.
(қолы)
Нормобақылаушы: доцент, Мухамеджанова Альмира Далелханқызы
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «_16___» _____06_____20<u>20</u>ж.
(қолы)
Пікір беруші: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, Т.А.Ж.)
_____ «____» _____20<u>20</u>ж.
(қолы)

Алматы 2020

ҚАЗАҚСАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«ҒҰМАРБЕК ДАУКЕЕВ АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты
Телекоммуникациялық желілер және жүйелер кафедрасы
5В071900–Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар мамандығы

Дипломдық жобаны орындауға берілген

ТАПСЫРМА

Студент: Болебаев Мадияр Кадирсейтулы
Жобаның тақырыбы:«Ұялы байланыс ерекшеліктерін миллиметрлік диапазонда (6ГГц-тен жоғары) зерттеу»

2020 ж. «30» 04 № 56 университет бұйрығымен бекітілді.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі «25» 05 2020 ж.

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

Диплом жобасындағы әзірленуі тиіс мәселелер тізімі немесе диплом жобасының қысқаша мазмұны:
Кіріспе
15G-ның миллиметрлік диапазонда жұмысы
2 5 G стандартты желісінің қабылдау жолының негізгі параметрлерін есептеу
3 Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі
4 Экономикалық есертеулер және жоспар
Қорытынды
Әдебиеттер тізімі

Графикалық материалдардың (міндетті түрде дайындалатын сызбаларды көрсету) тізімі:
GNB-миллиметрлік диапазонға арналған антенна
Шығылысу арқылы сәуленің келіп қосылуы
Сигнал бастапқы базалық станциядан "тура сәуле" бойынша қабылданған
Жапырақтар мен жаңбырдан болатын өшу

Негізгі ұсынылатын әдебиеттер:

1 Э.Дальман, А.Фурускар, И.Ядинг. Радиоинтерфейс LTE в деталях. – Сети и Системы связи, 2008, №9.
2 Long Term Evolution (LTE): an introduction. White Paper. – Ericsson, October2007
3 радиочастотныесоединителимм-диапазонадлинволн. electronics.ru/files/article_pdf/7/article_7356_406.pdf
4. Возможности технологии 5G для создания сетей широкополосного беспроводного доступа в малых и средних населенных пунктах. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional

Жоба бойынша жобаның бөлімдеріне қатысты белгіленген кеңесшілер

Бөлімдері	Кеңесшілері	Мерзімі	Қолы
Экономика	Тузелбаев Б.И.	2.06.2020	
Ө.Т.Қ.Н.	Жандаулетова Ф.Р.	12.05.2020	
Негізгі бөлім	Темырканова Э.К.	12.06.2020	
Есептеу техникасы	Темырканова Э.К.	12.06.2020	
Нормабақылаушы	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. 4G-ден 5G-ға дейінгі мобильді жүйелер ұрпақтарының эволюциясы және дамуы	25.02. 2020ж.	Орындалды
3.5G стандартының сандық байланыс жүйелерінің жалпы сипаттамасы мен ерекшеліктері	28.02. 2020ж.	Орындалды
4. Сыртта жане іште 5G-ның миллиметрлік диапазонда жұмысы	10.04. 2020ж.	Орындалды
5. Өміртіршілік қауіпсіздігі бөлімі	30.04. 2020ж.	Орындалды
6. Экономикалық бөлім	10.05. 2020ж.	Орындалды
7. Қорытынды	20.05.2020ж.	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты «_17_» _____02_____ 2020 ж.

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

Жобаның
Ғылыми жетекшісі_____ Темырканова Эльвира Кадылбековна
(қолы) (Т.А.Ж.)

Орындалатын тапсырманы
қабылдаған студент _____ Болебаев Мадияр Кадирсейтулы
(қолы) (Т.А.Ж.)

Аңдатпа

Бұл дипломдық жұмыста 5G-нің миллиметрлік диапазонын қарастырдық.Бұл тақырып қазіргі кезде өте өзекті, себебі заман дамығын сайын технологияда дамиды. Келешекте адам 5G-ні қолдана отырып, өз ұялы телефондарымен үлкен ақпарат жиберуге мүмкіндік береді.Бірінші бөлімде миллиметрлік диапазон жайлы ақпарат жинадық. Екінші бөлімде 5 G желісінің қабылдау жолының негізгі параметрлерін есептеп, Matlab бағдарламасында бағыт диаграммасын күшейтуді есептедік.

Аннотация

В этой дипломной работе мы рассматривали миллиметровый диапазон 5G.Эта тема в настоящее время очень актуальна, так как с каждым разом развиваются современные технологии. В будущем человек сможет получить большую информацию со своими сотовыми телефонами, используя 5G.В первой части мы собрали информацию о миллиметровом диапазоне.Во втором разделе мы рассчитали основные параметры пути приема сети 5G и рассчитали усиление диаграммы направленности в Matlab.

Annotation

In this thesis, we looked at the 5G millimeter range. This topic is currently very relevant, as modern technologies evolve each time. In the future, people will be able to get more information with their cell phones using 5G. In the first part, we collected information on the millimeter range. In the second section, we calculated the main parameters of the 5G network receiving path and calculated the gain of the radiation pattern in Matlab.

Мазмұны

Кіріспе.....7
1 Теориялық бөлім.....9
1.1 4G-ден 5G-ға дейінгі мобильді жүйелер ұрпақтарының эволюциясы және дамуы.....9
1.2 5G технологиясына қысқаша шолу.....11
1.3 Үлкен деректер желісі.....13
1.4 5G стандартының сандық байланыс жүйелерінің жалпы сипаттамасы мен ерекшеліктері.....13
1.5 Сыртта жане іште 5G-ның миллиметрлік диапазонда жұмысы.....18
1.6 Милиметрлік толқындардың спектрі.....24
1.7 LMDS және 70/80/90 ГГц диапазондары.....24
1.8 Милиметрлік толқындардың таралуы.....25
2 Есептеу бөлімі.....28
2.1 Деректерді өткізу қабілетін есептеу.....28
2.2 Деректерді өткізу қабілетін есептеу.....29
2.3 Үш элементтен тұратын MIMO үшін бағытты табу дәлдігін есептеу.....30
2.4 Антеннаның бекітілген моделі.....37
2.5 Кедергі шегі.....38
3 Өміртіршілігі қауіпсіздігі бөлімі.....40
3.1 Еңбек жағдайларын талдау.....40
3.1.1 Бөлмені талдау.....40
3.1.2 Электромагниттік сәуле, оның адам ағзасына әсері және гигиеналық реттеу мен қорғау принциптері.....41
3.1.3 Адам денсаулығын электромагниттік әсерлерден қорғау әдістері және ЭМК бағалауының жалпы ережелері.....43
3.1.4 Найзағайдан қорғау құрылғысы.....45
3.2 Есептеу бөлімі.....46
3.2.1Санитарлық-қорғаныс аймағының шекараларын және құрылыстын шектеу аймағын есептеу.....46
3.2.2Найзағайдан қорғауды есептеу және өңдеу.....49
4 Экономикалық бөлім.....51
4.1 Қаржылық жоспар.....53
4.2 Пайдалану шығыстары.....54
4.3 Негізгі қызметтен түсетін кірістерді есептеу.....57
4.4 Экономикалық тиімділікті есептеу.....57
4.5 Инвестициялық жобалардың экономикалық тиімділігін бағалау кезінде уақыт факторын есепке алу.....58
Қорытынды.....60
Әдебиеттер тізімі.....61

Кіріспе

Интернеттің жыл сайынғы өсуімен танымалдығы, жаңа технологияларды енгізу қажеттілігіне, санына, сапасына және интерактивті интернет-сервистерге негізделген.

Бұл, өз кезегінде, кеңейту арналарын болжайды.

Мәліметтер көлемінің өсуі бойынша, ақпараттық құрылымының дамуының өсуіне әкеледі. Осыған байланысты, ақпараттық қоғамдастықтың және бизнес желілерінің өткізу қабілеті және қойылатын талаптар, мәліметтерді беру үшін жауап беретін технологияның қазіргі заманғы өзекті талаптарында арттырылады.

Бүгін мәліметтерді жіберу жылдамдығын мегабайт және гигабайтпен өлшеу қабылданған, бұрынғы технологиялар тарихтан ауытқып, олардың орнына барлық құрылғылар біріктіру және оларды басқару орталықтандырылған байланысқа жаңа мүмкіндік береді.

Ұялы байланыс – абоненттер арасындағы радиобайланыстың орналасқан жері бір немесе бірнеше есе өзгертеді. Ұялы байланыс түрлерінің бірі, ұтқыр байланыс болып табылады.

Бүгінгі күні біздің өмірімізді ұялы байланыс құрылғыларынсыз елестету мүмкін емес. Күн мезгіліне қарамастан, біз ұялы байланыс арқылы қоңырау шаламыз, хабарламалар жібереміз және ұялы Интернетті қолданамыз. Бірақтан, сол аталған ұялы байланыс желісінің сапасын арттырып, қолдану аясын кеңейту үшін жасалған және желінің сапасы базалық станцияның жұмысына байланысты үлкен жүйе арқылы іске асырылатынын қарапайым халықтың бірі білсе, бірі білмес.

Ұялы байланыстың жаңа буыны 10 жылда бір рет пайда болады. Бұл жылдар технологияларды, стандарттарды әзірлеуге және инфрақұрылымды жаңартуға жұмсалады. Әрқайсысы деректерді беру жылдамдығын айтарлықтай арттырады. Осылайша, жаңа қызметтер мен жаңа мазмұн пішімдерін дүниеге келеді. Адамдар жаңа ойын-сауық пен жаңа өмір сапасын алады. Ұялы желілердің бесінші ұрпағы 5G ерекше серпінді болуды уәде етеді. секундына бірнеше гигабит - бұл үлкен деректер мөлшерлемемен ұялы байланыс технологиясы бесінші ұрпағы болып табылады - олар заттық Интернет, ұшқышсыз автомобильдер және виртуалды технология екенін айтады. 15 Гбит/с Жақында Швецияда тағы бір рекорд жасады. Бұл қолданыстағы сымсыз желілерден 40 есе жылдамырақ, толығырақ 5G бір миллисекунд сигнал кідірісін азайту 4G желілерінде 10 миллисекунд, және 3G 100 мс салыстырғанда аз болады.

Орташа пайдаланушыларға енді 5G-дің үлкен жылдамдықтары қажет емес. Бірақ ол міндетті түрде технологияны енгізгеннен кейін пайда болады себебі тез арада жақсыға үйрену тез. Мобильді интернеттің жеделдетілуіне байланысты пайдаланушы мазмұнының жаңа форматтары пайда болады.Енді жастар бейнемен қобалжу болып жатады. Снапчаттың бейнемагнитофондарымен көбеюі көбінесе ұялы байланыс желілерінің 8

эволюциясы есебінен мүмкін болды. Сонымен, 5G, бізді өте дәл бейне және түрлі VR-форматтарымен бұзады, бірақ 5G-ті іске асырудың негізгі себебі мүлде көңіл көтеру болмайды. Жаңа ұрпақтың қарым-қатынасы бизнеспроцестерде тағы бір революцияны тудырады. Жоғары жылдамдықтар мен қысқа әрекет ету уақыты роботтарды және интернетті жаппай орналастыруды қамтамасыз етеді. Қазіргі заманғы бизнес цифрланады және жаңа раунды қажет етеді, 5G желілерінде жоғары деректерді беру жылдамдығы инфрақұрылымға жүктемені айтарлықтай арттырады. Бұл ұтқыр операторлардан айтарлықтай күш пен инвестицияларды талап етеді. IOT-тің жаппай енгізілуі бұлтты технологияның провайдерлерінің алтын көзі болады смарт құрылғылар үлкен көлемде деректер шығарып, бір жерде сақтауы керек.

1 Теориялық бөлім

1.1 4G-ден 5G-ға дейінгі мобильді жүйелер ұрпақтарының эволюциясы және дамуы

5G - (мобильді желілердің 5-ші буыны немесе сымсыз жүйелердің 5-ші буыны) бұл атау, кейбір ғылыми жұмыстар мен жобаларда 4G байланыс стандартынан кейінгі ұялы байланыс стандарттарының келесі негізгі кезеңдерін белгілеу. Қазіргі уақытта, 5G телекоммуникациялық компаниялар немесе 3GPP, WiMAX Forum және ITU-R сияқты стандарттау органдары жариялағанға дейін кез келген нақты ерекшелік үшін немесе кез келген ресми құжаттарда пайдалануға арналған ресми термин болып табылмайды. Релиздің жаңа стандарты процесс кезінде 4G-да, стандарттау жөніндегі органдар керек, бірақ қазіргі уақытта барлық 4G және одан да көп үйлесімді жүйелерді енгізумен жаңа мобильді ұрпақ болып саналмайды.

Мақсаты: 5G телекоммуникациялық желінің негізі болып табылады, ал ең дұрысы - 4G моделінде пайда болатын, стандартты кең спектрде қалай шығаратыны туралы алдағы проблемаларды шешу.

5G стандарты - жеке пайдаланушылар мен құрылғылар үшін желіге шексіз қолжетімділікті қамтамасыз ететін қоғамды біріктіретін технологияларды дамытудың жаңа кезеңі.

Ұялы байланыс желісі пайда болған сәттен бастап бүгінгі күнге дейін ұзақ даму жолдарынан өтті, пайдаланушылық құрылғылардың жаңа түрлері-смартфондар мен планшеттер пайда болды. Мобильді технологияны ашатын мүмкіндіктер бүгінде коммуникацияның, деректермен алмасудың және бизнес-модельдің жаңа тәсілдерін жасай отырып, дауыстық сервистер шеңберінен шығып кетті. Құрылғылардың таралуы бүкіл әлем бойынша желілерде трафиктің экспоненциалды өсуіне әкелді. Алайда бұл революцияның басы ғана, оған қоғамды байланыстыратын технологиялардың белсенді дамуы ықпал етеді.

Технологиялар бұдан да жоғары өнімділікке және мүмкіндіктердің көбеюіне қарай өз дамуын жалғастырады. Қолданыстағы радиобайланыс технологияларымен қатар 3G / 4G технологиясымен шешілмейтін мәселелерді шешуге көмектесетін жаңа технологиялар пайда болады. Қолданыстағы және жаңа технологиялардың мөлдір интеграциясы пайдаланушылардың тәжірибесінің сапасын арттыруға және бірқатар жаңа қызметтердің пайда болуына ықпал етеді [1].

Бұл дамудың ұзақ мерзімді перспективасында біз 5G деп атаймыз, яғни радиобайланыстың органикалық интеграцияланған технологиялары жиынтығы пайда болады.

5G (мобильді желілердің 5-ші буыны немесе сымсыз жүйелердің 5-ші буыны) - жаңа буынның байланыс стандарты. Қазіргі уақытта 5G телекоммуникация компаниялары немесе стандарттау органдары жариялаған қандай да бір нақты ерекшелік үшін немесе қандай да бір ресми құжаттарда пайдаланылатын ресми термин болып табылмайды, 3gpp, WiMAX, сондай-ақ

форум және ХЭО-R сияқты Жапон NTTDoCoMo мұндай желілерді іске қосу 2020 жылы мүмкін болады деп санайды: LTE-мен салыстырғанда деректер беру жылдамдығының жүз есе ұлғаюын және өткізу қабілетінің мың есе ұлғаюын қамтамасыз етеді.

Талаптар: адам денсаулығы үшін қауіпсіздік, энергетика, тиімділік, байланыс сапасы қосылу кідірісі (delay) кемінде 5 мс құрайды, Халықаралық Электр байланысы одағы (ITU) ратификацияланбаған.

Huawei компаниясы, қытай компаниясы осы технологияны дамытуда жетекші болып табылады. EricXu деректері бойынша, Huawei компаниясының бас директоры компания 10 Гбит/ с-тан астам тарату жылдамдығына қол жеткізуге мүмкіндік беретін сымсыз желілік технологияларды енгізуге шамамен 600 миллион доллар инвестициялайтын болады. Ван Бяо, Қазақстандағы Huawei Президенті: "трафиктің өсуімен және технологиялардың күрделенуімен желіні жоспарлауды жаңа деңгейге көшіру керек". Біз сондай-ақ кеңжолақты байланысқа жалпыға бірдей қол жеткізу жолын салуға тиіспіз. Huawei компаниясы 5G технологиясын зерттейді және Біз алдағы 5 жылда коммерциялық пайдалану үшін қол жетімді болады деп үміттенеміз.

Болжамдар: ұялы байланыс стандарттарының жаңа буындары 1981 жылы 1г (TMT), 1992 жылы 2g (5G) және 2001 жылы пайда болған 3G (4G/Фома) пайда болды, 2010 жылы 4G (3gp LongTermEvolution), 5g стандартын енгізуді 2020 ауданында күтуге болады. 5G желілерін өрістету 791-862 мегагерц жолағында (LTE үшін бөлінген 2012 жылға), 2.5-2.69 ГГц (LTE үшін бөлінген 2012 жылға) немесе 5 гигагерц диапазонында орындалады [2].

2013 жылдың шілде айында Еуропалық Одақ шенеуніктері 5-ші буын ұялы желілеріне арналған стандартты әзірлеу процесін іске қосты:

- Еуропалық аймақ-METIS жобасы (жиырма ақпараттық қоғам үшін мобильді және сымсыз байланыс құралдары);
- Азия аймағы - Қытай коммуникация қауымдастығы стандарты (ККҚБК), электроника стандарттау бойынша қытай қауымдастығы (CESA апартаменттері) және Тайвань SINOCON өнеркәсіптік стандарттары;
- Солтүстік америкалық аймақ телекоммуникациялық өнеркәсіп қауымдастығы (ТИА).

Ұялы байланыс жүйесінің эволюциясы 1.1-кестеде келтірілген ,онда сервистер, тарату жылдамдығы, стандарттар егжей-тегжейлі сипатталған.

1.1 кесте - Ұялы байланыс жүйесінің эволюциясы

Ұрпақ	3G	4G	5G
1	2	3	4
Ұрпақ	3G	4G	5G

1.1 кесте жалғасы - Ұялы байланыс жүйесінің эволюциясы

Сервистер	Жылдамдығы 5Мбит/с	Үлкен сыйымдылық, IP-бағытталған желі,мультимедианы қолдау, секундына жүздеген мегабитке дейінгі жылдамдық	Үлкен сыйымдылық, IP-бағытталған желі,мультимедианы қолдау, секундына жүздеген мегабитке дейінгі жылдамдық
Тарату жылдамдығы	2 Мбит/с	100 Мбит/с - Гбит/с	1Гбит/с -10 Гбит/с
Стандарттар	W4G 4G2000 UMTS	LTE-Advanced, WiMax WirelessMAN	LTE-Advanced, WiMax WirelessMAN
Желі	Пакеттік деректер желісі	Пакеттік деректер желісі	Пакеттік деректер желісі

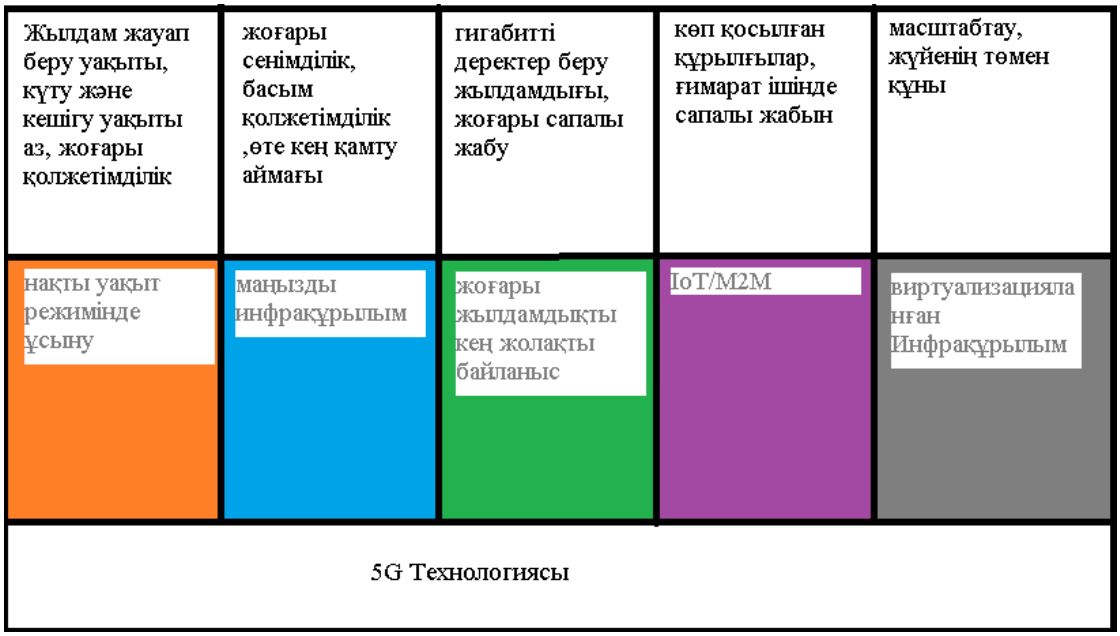
3G - жоғарыда аталған екінші буынның барлық цифрлық жүйелері уақытша бөлуге көпше қол жеткізу әдісіне (TDMA) негізделген. Алайда 1992-1993 жылдары. АҚШ-та көптеген кодтық бөлініске негізделген (CodeDivisionMultipleAccess - 4G) ұялы жүйе үшін стандарт әзірленді-IS-95 стандарты (800 МГц диапазоны). Ол 1995-1996 жылдары қолданыла бастады. Гонконгта, АҚШ, Оңтүстік Кореяда, сондай-ақ Оңтүстік Кореяда, ең кең және АҚШ-та 1900 МГц диапазоны үшін осы стандарттың нұсқасын қолдана бастады. Жеке байланыстың бағыты 1991-1992 жылдары Жапонияда да өзінің сынуын тапты. 1995 жылдан бастап PHS 1800 МГц диапазон жүйесі (дербес ыңғайлы телефон жүйесі - сөзбе-сөз "дербес телефон жүйесі") кеңінен қолданылады.

1.2 5G технологиясына қысқаша шолу

Сонымен қатар, бұл жүйе үшін ең қолайлы болып табылады, ал ең қолайлы болып табылады, бұл жүйе үшін ең қолайлы болып табылады. Аналогтық жүйе болып табылатын радиобайланыс эволюциясы жылжымалы (ұтқыр) радиобайланыс бірінші ұрпақтан басталды (1G) және бүкіл екінші және үшінші ұрпақ бойы жалғасты (2G және 3G). Содан кейін 2010 жылы мобильді байланыстың төртінші буыны (4G) жылдамдықты арттыру және деректерді беру үшін анағұрлым жоғары өткізу қабілетін алу үшін енгізілді.

Сымсыз, немесе мобильді, желінің бесінші ұрпағы (5G) одан да жоғары жылдамдықта байланысты қолдау мүмкіндігіне ие. Мұндай қосылыстар үшін кідіріс деңгейі төмен және жауап беру уақыты бар әрбір пайдаланушыға 10 Гбит/с деректерді беру жылдамдығы кезінде кемінде 100 млрд құрылғыны

қолдау мүмкіндігі күтілуде. Қазіргі уақытта зерттеулер мен әзірлеу жүргізілуде, сондай-ақ стандарттау жүріп жатыр. 5G-желілерін пайдалану 2020 мен 2030 жж.аралығындағы кезеңде өрістетілгеннен кейін бірден өседі деп күтілуде. Кез келген жағдайда, 5G желілері қазіргі сымсыз технологияларға, сондай-ақ радиоқатынау технологиялары болып табылатын жаһандық ұялы байланыс жүйесі (GSM) [3] және сымсыз байланыс (Wi-Fi) сияқты бағытталатын болады. 5G технологиясы ақылды қалаларды болашақта жоспарлау үшін және миллиондаған пайдаланушылар мен құрылғылар үшін өте жоғары жылдамдықты деректер беру желісін іске асыру үшін үлгі бола алады. 1.1 сурет - бес санат бойынша 5G-технологиясының артықшылықтарын суреттейді.



1.1 сурет - 5G артықшылықтары - бес санат бойынша технологиялар

Бұл технология IEEE 802.11 бойынша стандартталады және оның деректерді беру жылдамдығының қабілеті 2 Мбит/с-тан аспайды. 4). Төртінші буынның соңғы стандарты 600 Мбит/с дейін деректерді берудің максималды жылдамдығын белгілейді. Қазіргі уақытта Wi-Fi үшін 5G дайындалып жатқан стандартта деректерді берудің өте жоғары жылдамдығына (гигабиттерде) қол жеткізу көзделіп отыр. Жылдамдық бойынша мүмкіндіктердің жүз есе артуынан, сондай-ақ кідірістің азаюынан 5G құрылғыларына арналған батареялардың жұмыс мерзімін ұлғайту үшін жаңа технологиялардың пайда болуы күтілуде (4G-мен салыстырғанда).

Бұл технология IEEE 802.11 бойынша стандартталады және оның деректерді беру жылдамдығының қабілеті 2 Мбит/с-тан аспайды. 4). Төртінші буынның соңғы стандарты 600 Мбит/с дейін деректерді берудің максималды жылдамдығын белгілейді. Қазіргі уақытта Wi-Fi үшін 5G дайындалып жатқан стандартта деректерді берудің өте жоғары жылдамдығына (гигабиттерде) қол

жеткізу көзделіп отыр. Жылдамдық бойынша мүмкіндіктердің жүз есе артуынан, сондай-ақ кідірістің азаюынан 5G құрылғыларына арналған батареялардың жұмыс мерзімін ұлғайту үшін жаңа технологиялардың пайда болуы күтілуде (4G-мен салыстырғанда).

1.3 Үлкен деректер желісі

5G технологиясы интернет заттары үшін негізгі фактор ретінде қарастырылады, ал келесі кезеңде Интернетке қосылу үшін кез-келген нәрсені, тіпті бүкіл халықтарды қоса алғанда, байланыстыру күтілуде. Миллиардтаған датчиктер қауіпсіз жүйелерге қосылады: бұл тұрмыстық техника, медициналық мониторлар, есік құлыптары, Автомобильдер және ақылды сағаттар (смарт-сағат) сияқты киетін заттар. Gartner фирмасының зерттеушілері мен талдаушылары Интернетке қосылған желілік құрылғылар саны 2015 жылы шамамен 5 млрд-тан 2020 жылға қарай 25 млрд-қа дейін артады деп болжайды. 5G желісінің қажетті жұмыс деңгейіне қол жеткізу үшін құрылғылар мен гаджеттерді тасымалдаушыларға мобильді құрылғылар мен үлкен антенналар арасындағы жоғары өнімді желілік инфрақұрылымды қолдау қажет болады, бұл базалық станциялардан сервисті алуға мүмкіндік береді. Құрылғы тасымалдаушылары провайдерлерді базалық станцияларды тығыз, тіпті бір-бірінен бірнеше жүз метрде де орнатуына итермелейтін болады,бұл ұялы құрылғылардағы қызмет сапасын арттырады. Қазіргі уақытта телекоммуникациялық провайдер қарым-қатынас үшін 100 МГц-тен 3 ГГц-ке дейінгі төмен жиіліктерді пайдаланады, ал алдағы 5G желісін жоғары жиілік диапазондарын пайдалану қажет. Бірақ жоғары жиіліктегі радиотолқындар үлкен қашықтықтарға жіберу қиын, әсіресе ғимараттар мен қабырғалар сигналды бұғаттайтын болса. Құрылғыны тасымалдаушыларға қолайсыздықтардың орнын толтыратын кейбір жаңа әдістер алдыңғы қатарлы антенналық технологияларға сүйенеді. Олар MIMO массивтерінің технологиясын (көпше кіріс көпше Шығыс) қосады, олар параллель көптеген радиосигналдарды жібереді және белгілі бір бағыт бойынша радиотолқындар энергиясы фокусталатын сәуле қалыптастырады.

1.4 5G стандартының сандық байланыс жүйелерінің жалпы сипаттамасы мен ерекшеліктері

Өз уақытында Халықаралық Электр байланысы одағы мобильді қоғамдастықты бұрын енгізілген "жүйелер" ("IMT және кейінгі жүйелер") және "IMT -2000 болашақ дамуы" терминдерінің уақытша ретінде пайдаланылғанына сілтеме жасай отырып, IMT жүйелері ұрпағының сериялық нөмірін білдіретін терминдерді пайдаланбауға шақырды. № 56 МӘС-Р қарарында"халықаралық мобильді Телекоммуникациялар үшін атауларды анықтау "" IMT-2000 "және" IMT-2000 болашақ дамуы " терминдері арасындағы өзара байланыс, сондай-ақ келесі жүйелердің мүмкіндіктерімен жаңа радиоинтерфейстерді қамтитын жүйелердің жаңа атаулары түсіндіріледі.

"5G" (мобильді желілердің 5-ші буыны немесе сымсыз жүйелердің 5-ші буыны) - бұл бүгінгі таңда кейбір зерттеу жобаларында алдыңғы ұрпақтың стандарттарын жалғастыратын (ресми 3G және дәстүрлі енгізілген 4G) ұялы байланыстың болашақ стандарттарын белгілеу үшін ресми емес пайдаланылатын атау. Осылайша, 5G қандай да бір нақты ерекшелік үшін ресми термин болып табылмайды және нәтижесінде LTE ағымдағы жүйелерін одан әрі дамыту үшін жаңа стандарттарды стандарттау жөніндегі органдар ұтқыр байланыс жүйелерінің жаңа буыны ретінде қарамайды, тек ағымдағы стандарттардың бір бөлігі болып саналады [5].

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, бірақ сонымен бірге, жаңа стандарттар мен шешімдерді сипаттау кезінде белгілеу қарапайымдылығына ұмтыла отырып, осы жұмыста біз "5G"терминін пайдаланамыз.

Технологиялық тұрғыдан алғанда, Ericsson осы мәселе бойынша жалпы ұстанымды белгіледі.

Бұл құжат бүгін желіде өте аз уақыт кідірісін (қашықтағы өлшеу, қозғалыс қауіпсіздігі, өндірістік процесс және т. б.) талап ететін бірқатар қосымшалар бар екенін атап өтті. т.б.), желі сенімділігінің жоғары деңгейі (сыни инфрақұрылымды-электр энергиясын беру желілерін басқару, өнеркәсіптік бақылау және көлік, телемедицина, "ақылды" қала мен үйді басқару сияқты өмірлік маңызды әлеуметтік функцияларды қамтамасыз ету), сондай - ақ деректердің әртүрлі көлемін жылдам берудің тиісті форматтары (үлкен көлемдер - алыстан бейне бақылау үшін, кіші-тауарлардың қозғалысын бақылау үшін және т. б.).

Бұл ұстанымды әзірлеу кезінде қолданыстағы коммуникациялық желілер арқылы орындалуы мүмкін емес бірқатар нақты талаптар бөлінеді. Оларға жатады:

- секундына жүздеген мегабитке теңшелетін деректерді кез келген нүктеге жеткізу жылдамдығы;

- көрсетілген сценарийлердің аса жоғары өткізу қабілеті (секундына бірнеше гигабит); бұған өте кең ауқымдағы радиоарнасы (бірнеше жүз

жоғары жиілік диапазондарында (10-100 ГГц);

- төмен энергия тұтынуы бар компьютерлік түрдегі байланыс құрылғыларының көп санын қосу.

LTE стандарттарында бұл аспектілер қарастырылып жатыр, бірақ осы кезге дейін LTE осы кезеңде олардың нақты талаптарымен барлық қосымшаларды орындау үшін әзірленген болатын, қиын болады. Барлық жерде энергияны шектеулі тұтыну құрылғыларын қосатын балама технологиялар не үшін қажет;

- жақын орналасқан пайдаланушылар немесе объектілер арасындағы (мысалы, жол қозғалысы қауіпсіздігін қамтамасыз ету кезінде көлік құралдары арасындағы) байланысты қолдау қажет болған кезде жақын арадағы байланыс. Мұндай байланыс, Егер ақпарат алмасу желілік архитектурадан өтіп, құрылғылар (Device-to-Device, D2D) арасында тікелей орын алса, неғұрлым тиімді болуы мүмкін;

- тұтынылатын электр энергиясын тиімді пайдалану, бұл болашақта одан да маңызды болады және 5G радиобайланыс конструкциясына елеулі әсер етуі тиіс.

5G негізгі талаптары бірнеше домендер бойынша бөлінуі мүмкін және олар қазіргі уақытта алдын ала көру сатысында болғандықтан, олар жалпы сипатқа ие: "не болуы керек". 5G форматына талаптар-төрт Домен:

- ұсақ ұяшықтары бар жаңа радиоинтерфейс (NewAirInterface (ұсақ жасушалар)) - жаңа сигналдарға (жаңа WAV электрондық нысанға), жаңа дуплекс типтеріне (Newduplexing), хаттамалардың қарапайым және икемді арналық деңгейіне (LightMAC), жоғары модуляция тәртіптеріне (Higherordermodulation), жүйеішілік бөгеуілгеудің тиімді әдістеріне (Interferencecancelation / пайдалану) және көп қырлы антенналық жүйелерге (Жаңа WAV) негізделуі тиіс. massivemimo);

- жаңа радио желілік сәулет (NewNWArchitecture) – тарату ресурстарды бөлу және басқару, SDR және SDN (бағдарламалық-анықталатын радиожүйе, Software Defined Networks) үшін қайта құрылатын радио және желілік элементтерді (сервистік командалар), әртүрлі физикалық орталарда пайдаланушы деректерді және басқарушы ақпаратты (сервистік командалар) беру (Physical separation between data & control planes);

- радио жоғары жиілікті жолақтарды, оның ішінде миллиметрлік диапазонды, New licensing re деңгейлерін пайдалану жиілігі, лицензияланатын және лицензияланбайтын жиілік жолақтарын пайдалану, алмасу спектрі, үй-жай мен сыртқы ортадағы спектрді бірлесіп пайдалану (Indoorooroperation);

- интеллектуалды және адаптивті желілер (зияткерлік & адаптивті желілер);

- желілік ресурстарды стохастикалық және бейімделген пайдалану (Opportunistic&adaptiveuseofresources), қол жетімді спектрді анықтау ((Spectrumsensing) және оны когнитивті радио (Cognitive radio and network), өзін-өзі басқаратын (өздігінен құрылатын) және автоматтандырылған желілер (Self management and automated network s, (plug&play)).

Бүгіннің өзінде Кореяда деректерді өте жоғары жылдамдықпен беруге мүмкіндік беретін ұялы байланыс технологиясы әзірленіп, табысты сынақтан өткізілді. Бұл технология 3,6 Гбит / с жүктеу жылдамдығын қолдайды, бұл 4G жылдамдығы 1 Гбит/с-ге тең. Дәстүрлі сымды желілердің операторлары жай ғана демалады, олар тіпті мұндай жылдамдықты армандамады.Жаңа технология фильмді бірнеше секунд ішінде DVD сапасында жүктеуге мүмкіндік береді. Әрине, осы стандартқа көшу үшін сізде 4G желісін салу керек, оның құрылысы қазірдің өзінде жүріп жатыр. 5G желісін іске қосқан алғашқы бәсекелес жылдамдығы жоғары жылдамдықты мәліметтерді берудің көшбасшысы болады [6].

Олар видеотелефон байланысын ұйымдастыруға, сіздің ұялы телефоныңызда фильмдер мен телевизиялық бағдарламаларды көруге және т.б. мүмкіндік береді. UMTS негізінен Еуропада, 4G 2000-Азия мен АҚШ-та таратылады. 4G-бұл деректерді берудің жоғары жылдамдығымен және

сигналдың жақсартылған сапасымен және бұрмалаусыз дыбыстың берілуімен сипатталатын мобильді байланыс үшін тағы да жаңа технология. 4G деректер берудің пакеттік хаттамаларына негізделген. IPv6 протоколы деректерді беру үшін пайдаланылады, ал 40 және 60 Гц жиіліктері деректерді беру үшін пайдаланылады.

ONWorld аналитикалық компаниясының әлемдік есептегі есебі жарияланды, оған сәйкес сымсыз сенсорлық желілерді (WirelessSensorNetworking) әзірлеу мен ғылыми зерттеу шығындары 2012 жылы 1,3 млрд долларды (2007 жылы тек 522 млн доллар болды) құрайды.

АҚШ-та WSN-дағы R&D инвестицияларының негізгі драйвері электр энергиясын басқару жүйесін әзірлеу болып табылады. Интеллектуалды өлшеу жүйелеріне ерекше көңіл бөлінеді. Соңғы тұтынушылардан, жаңартылатын энергия көздерінен энергиямен жабдықтауды басқару саласында жұмыс жүргізілуде. келесі онжылдықта ұлттық ғылыми қор((National Science Foundation) 400 WSN-роектермен тікелей жұмыс істейді және соңғы 5 жылда қаржыландыруды екі есе арттырды.

Соңғы 5 жылда WSN байланысты зерттеулер мен әзірлемелерді қаржыландыру R&D-дан 700% - ға артты. Негізгі зерттеу-медицина (пациенттердің дистанциялық мониторингі және қарт адамдардың дистанциялық мониторингі). Алдағы 5 жылда $ 1 млрд-тан астам инвестиция (Ambient Assisted Living жобасы).

WSN Австралия, Канада, Қытай және Корея саласында белсенді басқа өңірлер арасында. Жалпы, қоршаған ортаны қорғау (30%), медицина (30%), сондай-ақ қоғамдық тәртіпті, көлікті, өнеркәсіпті қорғау бойынша әзірленімдер жүргізілуде. Ұялы байланысты перспективалы пайдаланудың мұндай мысалдары көп болуы мүмкін,бірақ сымсыз инфрақұрылыммен бірдеңе істеу керек.

Өз уақытында кейбір мобильді жерсеріктік байланыс жүйелері деректерді берумен қатты "өткізіп алған", ал басқалары әртүрлі себептер бойынша шығынды немесе іске асырылмаған болды. Дегенмен, прогрессивті адамзат алдыңғы қателіктерден қорытынды жасайды және бүгін бірқатар елдерде, атап айтқанда АҚШ-та спутниктік сегментті пайдалана отырып, ұтқыр байланыстың перспективалық желісін құру бойынша әзірленімдер жүргізілуде.

Атап айтқанда, 2008 жылдың маусым айында Linked Data Planet конференциясына M2miCorp компаниясының өкілдері қатысты. (АҚШ) олар желі инфрақұрылымын сипаттады, олар (мүмкін, қолданыстағы терминологияға қарамастан) "5G"деп атады. Желі деректерді берудің жаһандық, қауіпсіз, бірыңғай кеңжолақты желісінен артық бола алмайды. Осы шешім негізінде m2micorp коммуникация нарығында ұсынылады:

- қорғалған сымсыз деректер қызметі (wireless data services); - жаһандық виртуалды жеке желілер (VPN);
- ұялы телефондардан қаржылық операцияларды жүргізу мүмкіндігі;
- ұялы cloud computing.

"5G" желісі екі негізгі элементтен тұрады:

- Machinetomachine Intelligence (M2 mi) Corp компаниясының технологиялық әзірлемелері "әмбебап трансляторомен";

- НАСА әзірлейтін наноспутниктер топтамасының негізінде көлік желісі.

M2miCorp атқарушы директорының айтуынша. Сонымен қатар, қазіргі таңда "Қазақтелеком" АҚ-ның телекоммуникация және Интернет-байланыстарын қолданбай және адамның араласуынсыз мобильді құрылғылар тек meshповерх Wi-Fi принципі бойынша ғана орта құруға арналған. "5G" жүйесі IP және Wi-Fi негізіндегі дауысты, бейнені, деректерді беру жүйелерін, сондай-ақ machinetomachine интеллектісін үйлестіретін болады. Әзірлеушілер шешімге жіксіз қорғаныс, жылдамдық және желілік икемділік, тұрақтылық тән деп санайды. METIS "5G" инфрақұрылымын машиналар арасындағы автономды "әмбебап транслятор" рөлінде әрекет ететін меншікті БҚ көмегімен сәйкестендіреді.

НАСА-ның ресми баспасөз релизіне сәйкес, " 5G "желісі төмен орбиталық нано-спутниктердің "көліктік" тобының базасында іске асырылатын болады, олардың саны айтарлықтай болуы мүмкін. Топ қазіргі заманғы телекоммуникациялардың жаңа жоғары жылдамдықты желісін жаһандық ғарыштық қамтуды қамтамасыз етеді. 2008 жылдың сәуір айында жарияланған келісім-шарт шеңберінде NASA M2 mi-мен ынтымақтастықта жаппай өндіріс мүмкіндіктері мен шығынының төмендігімен сипатталатын 5-тен 50 кг-ға дейінгі жинақы нано-спутниктердің жаңа буынын жасайды.

Алайда, бүгін, тіпті 5G желілері үшін алдын ала ерекшеліктер болмаған кезде техникалық бөлшектерге батыру уақытынан бұрын көрінеді. Сондықтан біз бесінші ұрпақ желісін. Өз ізашарларынан ажырататын бірқатар сипаттамаларды атап өтеміз:

- алып өткізу қабілетіне жалпы қол жеткізу;

- жұмысты жеңілдететін биллинг жүйелерінің жақсартылған интерфейстері;

- аномальды жағдайларды тез жоюға мүмкіндік беретін желідегі проблемаларды қашықтан диагностикалау;

- абоненттердің өз қиындықтарына жедел әрекет етуге және көмекке келуге мүмкіндік беретін жұмысын мониторингілеуге арналған арнайы құралдар;

- ерекше саясатқа негізделген жоғары сапалы қызметтер;

- базалық станцияға 65 мыңға дейін бір уақытта қосылуларды қолдау;

- виртуалды жеке желілерді қолдау.

Әзірлеушілердің айтуынша, M2micro шешімі 3G желілерінен "5G" желілеріне ауысуға мүмкіндік береді. бесінші буын. Төртінші буынның бірінші желісі Норвегияда 4 жыл бұрын іске қосылғанына қарамастан, Еуропа бұрынғысынша Интернетке кеңжолақты қатынау тұрғысынан Америка мен Азиядан айтарлықтай артта қалып отыр. Осылайша, 5GA бағалауы бойынша, 2013 жылы ЕО - да бұл көрсеткіш АҚШ-та 82% - бен, Оңтүстік Кореяда 108%

- бен, Жапонияда 112% - Бен және дамыған елдерде 78% - бен салыстырғанда 59% - ды (дәстүрлі түрде кең жолақты байланыстың ену деңгейі 128% - ды қоспағанда) құрайды. Бір жыл бұрын жіберілген қателіктерді бұруға ұмтыла отырып, Еуропалық Одақ 5G желілерінің бесінші буынының құрылысын әзірлеу бойынша бірінші жұмыс тобын құру бастамасын ұсынды. МЕТИДУ жобасы ("theTwenty-жиырма ақпараттық қоғамға арналған мобильді және сымсыз байланыс адаптерлері", " ақпараттық қоғамда ұялы және сымсыз байланысты жүзеге асыру тәсілдері .. 2020") Швед Ericsson басқаратын бес өндіруші, 5 байланыс операторы, 13 зерттеу ұйымы және бір автомобиль алыбы бар. Жобаны кейінге қалдырған екі жарым жыл ішінде оның қатысушылары жаңа желі қандай технологиялардың негізінде дамитынын, олар қандай талаптарға сәйкес келуі тиіс екенін түсіну үшін базалық тұжырымдаманы әзірлеуі қажет. Жабдықты оңтайландыру және стандарттау, сондай-ақ алғашқы эксперименттік іске қосу шамамен 2015-2018 жылдарға жоспарланған, ал 2018-2020 жылдары тәжірибелік пайдалану үшін алғашқы коммерциялық емес 5G желілерін өрістету күтілуде. Осылайша, бесінші буын желілерін коммерциялық іске қосу 2020 жылдан ерте емес болуы мүмкін [8].

Бесінші ұрпақ желілеріне бүгінгі таңда байланыс операторларының көпшілігі үшін қиындық тудыратын міндеттерді шешуге тура келеді және көп ұзамай трафиктің өсуіне қарай олар сыни болады. Әңгіме, мысалы, байланыстың мінсіз сапасын қамтамасыз ету және стадионда немесе концертте, медициналық операция кезінде немесе жол жағдайын реттеу үшін деректердің кез келген көлемін беру туралы, сондай-ақ бүгінгі күні тек болжауға болатын жағдайлардың үлкен саны туралы болып отыр.

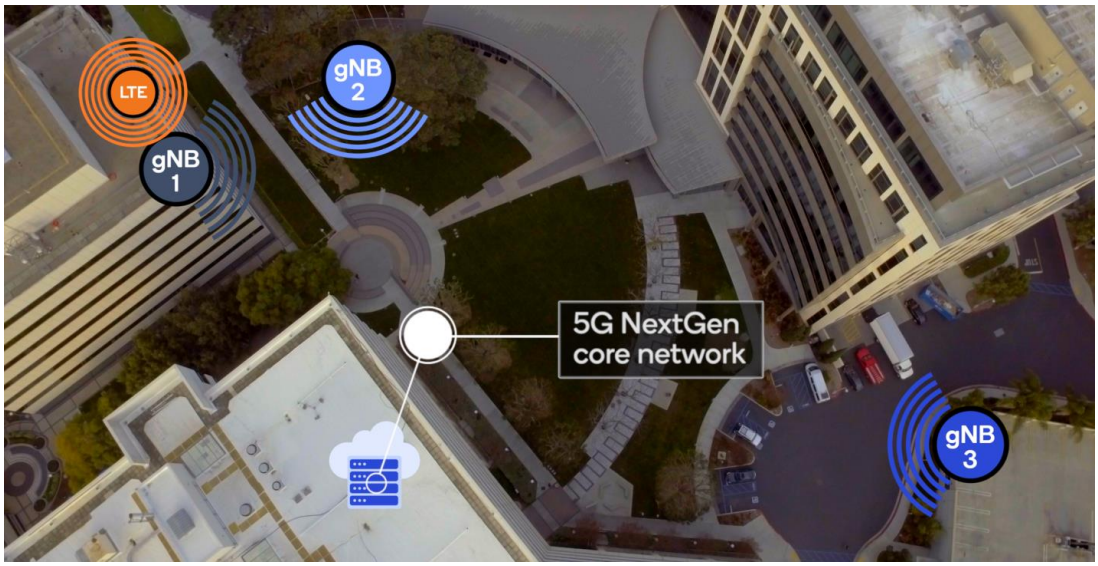
Желіні өрістетудің жаңа сценарийлері пайда болады,атап айтқанда, көптеген операторлар шағын ұяшықтарды өрістетудің стратегиясына жүгінетін болады. Сонымен қатар, Ericsson атап өткендей, өзгерістер коммуникация парадигмасында машинааралық өзара іс-қимылдың күшеюі жағына қарай болады.

Жаңа жүйелер деректерді берудің гигабиттік жылдамдығын қамтамасыз етуі тиіс (ағымдағы деңгейден 10-100 есе жоғары), қосылған құрылғылардың 10-100 есе ұлғаюымен 1000 есе (пайдаланушыға айына 500 ГБ дейін) тұтынылатын трафиктің өсуіне сәйкес келуі үшін тең емес үлкен сыйымдылығы болуы тиіс . Олар аса үмітсіз болуы және деректердің бірден берілуін (реакция уақыты - миллисекундқа дейін), сондай-ақ төмен энергия тұтынатын құрылғыларды ұзақ пайдалануды қамтамасыз етуі тиіс.

Техникалық сипаттамаларға келер болсақ, алдыңғы желілерден айырмашылығы, жаңа жүйелер қолданыстағы мобильді және сымсыз технологияларды (5G, HSPA, WiFi, LTE-A) пайдалана отырып, оларды әрбір жеке сценарий үшін әзірленген радиоға қол жеткізудің жаңа технологияларымен толықтырады. Алайда, әзірге нақты ештеңе айтуға болмайды: бұл алдағы бес жылға арналған сұрақтар.

1.5 Сыртта және іште 5G-ның миллиметрлік диапазонда жұмысы

5G желісі NSA түріне жатады, яғни ол LTE желісінің ядросына және басқа да ресурстарына сүйенеді. Бұл қосылу сенімділігін жоғарылатуды қамтамасыз етеді, себебі пайдаланушы құрылғысы 5G желісінің миллиметр жиілік диапазонында жабындысынан тыс болған жағдайда байланыс үзілмейді, ал LTE (фоллбэк) режиміне ауысады және одан кейін ол қайтадан мүмкін болған кезде 5G режиміне қайтарылады. 1.2 суретте 5G және LTE Базалық станциялардың орналасуы көрсетілген.



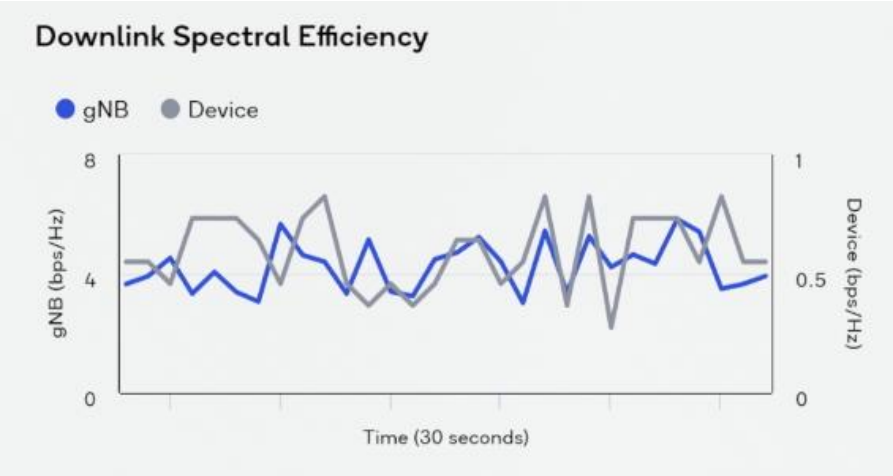
1.2 сурет – 5G және LTE Базалық станциялардың орналасуы

Бұл желінің жұмысын көрсету үшін Sub6 жиілігін және миллиметрлік жиілік диапазонын қолдайтын, Qualcomm X50 5g модемі негізіндегі тестілік абоненттік құрылғы пайдаланылады. Аппаратта-миллиметрлік диапазонның 3 антенналық модулі, оның екеуі терминалдың сол және оң жағында, ал үшіншісі — жоғарғы жағында орнатылған.

Терминал мен желінің мұндай дизайны 5G базалық станциясының антеннасының сәулесі қолмен, абонент денесімен немесе басқа да кедергілермен жабылатын жағдайларда да қосудың жоғары сенімділігін қамтамасыз етеді. Байланыс сапасы кеңістіктегі терминалдың бағдарына байланысты емес — үш кеңістіктік таратылған антенна модулін пайдалану терминал антенналарының сфералық диаграммасына жақын қалыптастырады. 1.3 суретте GNB-миллиметрлік диапазонға арналған антеннасы бейнеленген.

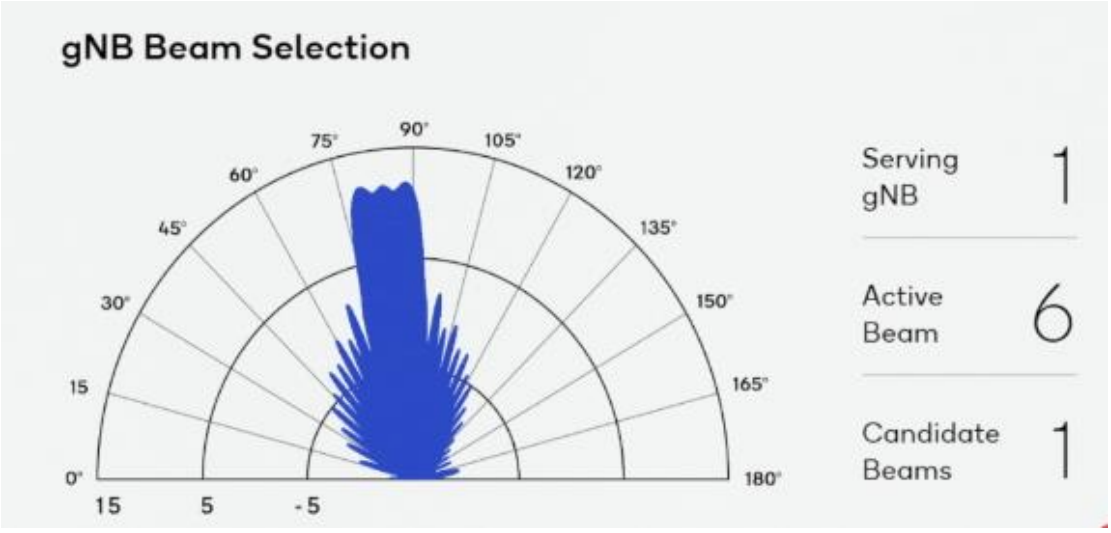
1.3 сурет - GNB-миллиметрлік диапазонға арналған антенна

GNB-миллиметрлік диапазон үшін 256 элементке жазық сандық белсенді антеннасы 5G шағын ұяшық көрінеді. Желі базалық станция мен терминалдың даунлинкінің жоғары спектралды тиімділігін көрсетеді — базалық станция үшін 1 Гц-ға 4 бит/с-ға және терминал үшін 1 Гц-ға 0.5 бит/с-ға жуық. 1.4 суретте спектрлік тиімділік көрсетілген.



1.4 сурет - Спектрлік тиімділік

Диаграммада терминалмен Байланыс 6 нөмірімен белсенді сәулеленуді қамтамасыз ететіні көрініп тұр, бұл ретте станция егер 6 сәуле параметрлері нашарлаған жағдайда, мысалы, оның қандай да бір кедергімен жабылуына байланысты, 1 сәуле бойынша терминалмен байланысқа ауысуға дайын. Базалық станция барлық уақытта белсенді сәулемен және басқа сәулемен байланыс сапасын салыстырады, мүмкін болатын ең үздік кандидатты таңдайды. 1.5 суретте терминалдағы көріністің бейнесі көрсетілген.



1.5 сурет - Терминалдағы көрініс

Осылайша мобильділік, қамту және қосылу сенімділігі қамтамасыз етіледі. 1.6 суретте қосылудың бейнелері көрсетілген.

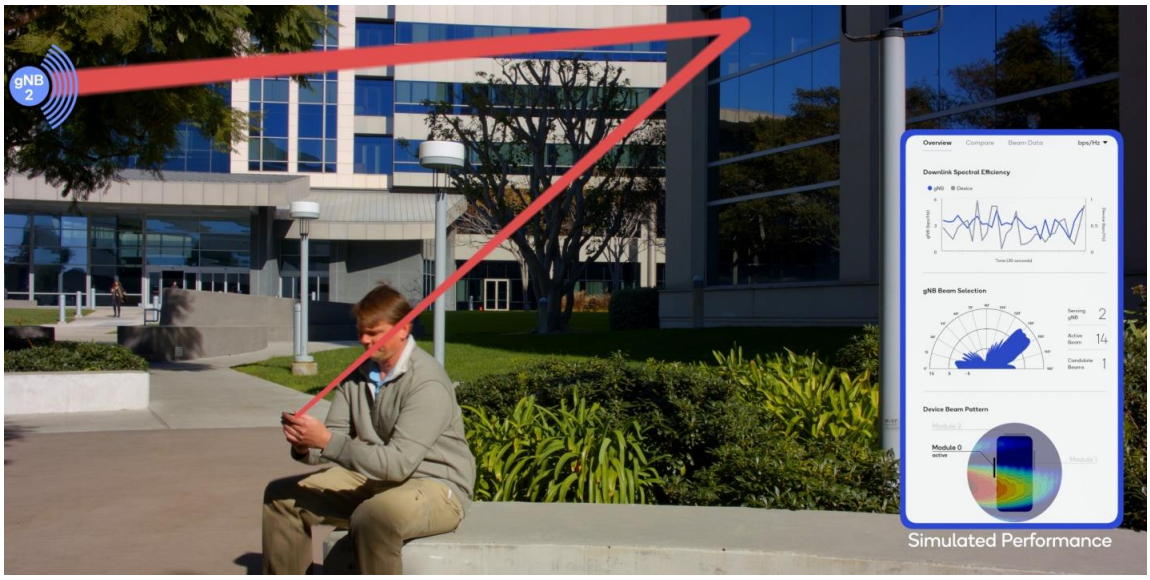
1.6 сурет - Қосылу базалық станция мен терминалдың антенналарының "тура көріну" режимінде де, сондай-ақ қайта зарарланған сигналдар жағдайында да қамтамасыз етіледі.

1.7 суретте тікелей қосылу суретті келтірілген.

1.7 сурет – Антеннамен телефонның тікелей қосылуы

Назар аударыңыз, қазір құрылғыда басқа антенна модулі жұмыс істейді.

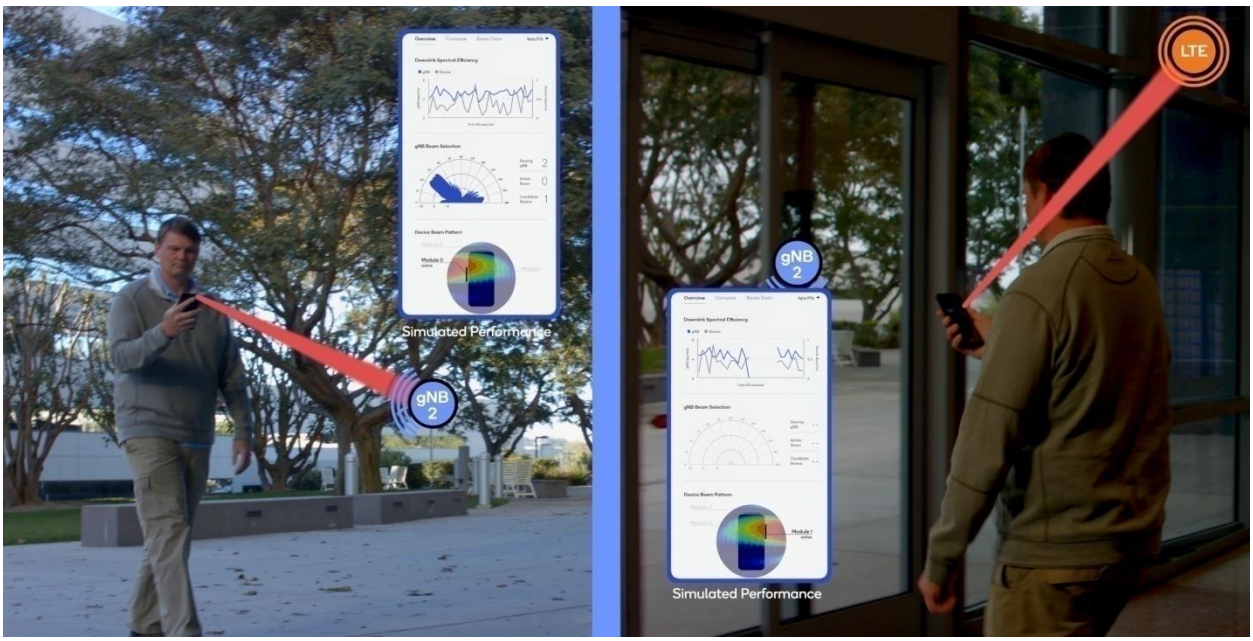
Бірақ, бұл қайта зарарланған сәулеге ауысу кезінде болуы керек. 1.8 суретте шағылысу арқылы қосылу бейнеленген.



1.8 сурет – Шығылысу арқылы сәуленің келіп қосылуы

мҚайта зақымдалған сәулелермен жұмыс істеу мүмкіндігі 5G қамту аймағын миллиметр диапазонында айтарлықтай кеңейтеді.

LTE желісі 5G қамту аймағынан шыққан кезде абонентке қызмет көрсетуге әрқашан дайын сенімді іргетастың рөлін қамтамасыз етеді немесе мүмкін болған жағдайда 5G желісіне абонентті беруге дайын. 1.9 суретте абоненттердің орналасуы көрсетілген.



1.9 сурет - Сол жақта ғимаратқа кіретін абонент. Оң жақта-LTE желісі айналысатын ғимаратта орналасқан абонент

Кейбір жағдайларда 5G миллиметрлік диапазонның сыртқы желісі үй-бөлме ішінде де қолжетімді болуы мүмкін. Сондай-ақ, антенналар арасындағы орта жағдайлары өзгерген кезде ғимараттан ауысулар да сақталады. 1.10 суретте тура сигнал арқылы берілу бейнеленген.

1.10 сурет - Сигнал бастапқы базалық станциядан "тура сәуле" бойынша қабылданған

1.11 суретте тікелей сәулеленудің бейнесі келтірілген.

1.11 сурет – Тікелей сәулені жапқандағы көрініс

Содан кейін, әңгімелесуші келіп, сәуледі жауып тастады, бірақ 5G байланысы көрші кеңсе ғимаратының бетінен көрінетін сәулеге ауысу есебінен үзілген жоқ.

Осылайша, 5G желісі миллиметр жиілік диапазонында жұмыс істейді. 5G терминалын сүйемелдеу бір 5G базалық станциясынан екіншісіне (мобильді хендовер) берілуі мүмкін. Мүмкін, бұл экспериментте бұл режим тексерілмеген.

1.6 Милиметрлік толқындардың спектрі

Іс жүзінде кез-келген коммерциялық радио байланысы, соның ішінде AM/FM радиосы, жоғары ажыратымдылығы бар теледидар, ұялы және спутниктік байланыс, GPS және Wi-Fi, 300 МГц - 3 ГГц диапазонындағы тар радиожиілік диапазонындағы радио байланысы болып табылады. Бұл диапазон радио толқындарының таралуының қолайлы жағдайларына байланысты коммерциялық мақсатта өте танымал, ал 3 ГГц-ден жоғары спектрдің көп бөлігі еленбейді. Мысалы, ультра кең жолақты (UWB) 3.1-10.6 ГГц үшін рұқсат етілмеген жолақты жеке желілерде жоғары жылдамдықты байланыс үшін қолдану керек болды. 57-64 ГГц диапазоны, мұнда радиоактивті шығарындылардың молекулалық оттегімен жұтылу деңгейі жоғары, сонымен қатар қысқа қашықтықта және сымсыз жергілікті желілерде мультигабиттік деректерді беру үшін де қолданылуы керек еді. Сонымен, LMDS (Local Multipoint Distribution Communications Service) технологиясы 28-ден 30 ГГц-ге дейінгі жиіліктерді қолдана отырып, соңғы мильде кең жолақты сымсыз технология ретінде (нүктеден-көп нүктеге дейін) ойластырылды.

3–300 ГГц диапазонында 252 ГГц дейінгі жиілікті жылжымалы кеңжолақты пайдалану үшін пайдалануға болады (1а-сурет). Милиметрлік толқындар атмосферада оттегі мен су буымен жұғады. 57-64 ГГц жиіліктегі тоқтау шамамен 15 дБ / км құрайды, өйткені O2 молекулалары 60 ГГц-ге жақын электромагниттік энергияны алады. Су буының (H2O) сіңіру

қабілеттілігі оның мөлшеріне байланысты және 164–200 ГГц диапазонында ондаған децибелге жетуі мүмкін [4]. Біз бұл диапазондарды мобильді кеңжолақты байланыстан шығардық, өйткені олардың өткізу қабілеті шектеулі. Қалған 40% спектр ММВ үшін жеткілікті болуы керек деген ақылға қонымды болжамды ескере отырып, біз 100 ГГц жиіліктегі ұялы байланыстың жаңа спектрін алдық - қазіргі уақытта 3 ГГц диапазонында осы мақсатта қолданылатыннан 200 есе көп.

1.7 LMDS және 70/80/90 ГГц диапазондары

LMDS IEEE 802 LAN / MAN стандарттау жөніндегі комитет IEEE 802.16.1 жұмыс тобының күшімен (10-66 ГГц үшін тіркелген мобильді кеңжолақты қатынау жүйелеріне арналған радио интерфейс) стандартталған. LMDS ұсақ пайдаланушы трансиверлері үшін нүктелік-нүктелік қосылыстарды қолдайтын көптеген негізгі станциялары бар ұялы инфрақұрылымды пайдаланады. Федералды байланыс комиссиясы (FCC) LMDS коммерциялық қосымшаларына лицензиялардың екі түрін анықтады. А лицензиясы 1.15 ГГц диапазонында 27.5–28.35 диапазонында бөлінуді білдіреді; 29.1–29.25 және 31.075–31.225 ГГц. В лицензиясы ені 150 МГц 31.0–31.075 және 31.225–31.3 ГГц жолақтарында спектрдің пайдаланылуын реттейді.

2003 жылғы 16 қазанда FCC 71-66, 81-86 және 92-95 ГГц жиілік диапазондары (бірігіп, Е-диапазоны) ультра жылдам байланысқа, соның ішінде нүктелік сымсыз LAN, ұялы байланыс желілері және кең жолақты байланыс үшін қол жетімді болатындығын хабарлады. Интернетке кіру. Жалпы алғанда, 12,9 ГГц диапазоны 94.0-94.1 ГГц диапазонында 100 МГц-тің тар бөлігін қоспағанда, Е-диапазонында қол жетімді.

Е-диапазонында тар бағытталған антенналарды пайдалану өзара кедергілерсіз бір-біріне жақын жұмыс істейтін жүйелерді жобалауға мүмкіндік береді. Сондықтан, басқа елдердегі FCC және реттеушілер осы ауқымды басқару үшін «жеңіл лицензиялау» схемаларын қолданады. Бұл лицензияларды құрылғылардың бір-бірінен шуылға қарсы иммунитетін ескере отырып, Интернетте бірнеше минут ішінде жылына бірнеше ондаған долларға алуға болады.

LMDS, 70/80/90 ГГц диапазонында және, мүмкін, басқа миллиметр диапазондарында мобильді кең жолақты қамтамасыз ету үшін реттегіштерге ұтқырлық пен жоғары беріліс қуатын қолдау үшін осы схеманы өзгерту қажет болуы мүмкін екенін ескеріңіз.

1.8 Милиметрлік толқындардың таралуы

Миллиметрлік толқындардың берілісі негізінен бос кеңістік үшін есептеледі. Сымсыз инженерлердің арасында бос кеңістіктегі таралу жоғалуы жиілікке байланысты деген жаңсақ түсінік бар, яғни. жоғары жиілік сигналы төмен жиілікті сигналға қарағанда күшейіп кетеді. Бұл қателіктің себебі жолдың жоғалуы екі изотропты антеннаның (жартылай толқындық диполь)

арасындағы белгілі бір жиілікке есептеледі, оның тиімді диафрагма аймағы толқын ұзындығымен ұлғаяды (тасымалдаушы жиілігімен азаяды). Үлкен диафрагмасы бар антеннаның кіші диафрагмасы бар антеннадан гөрі көбірек пайдасы бар, өйткені ол көп радио сәуле шығарады. Алайда, қысқа толқын ұзындығында, бірлік ауданға көбірек антенналар қоюға болады. Тиімді диафрагма аймағында қысқа толқындық антенналар (жоғары жиілік) бос кеңістіктегі берілістің жоғалуы тұрғысынан ұзын толқынды антенналармен салыстырғанда (жоғары жиілікті) аналық кемшіліктерге ие емес [5]. Сонымен қатар, антенналардың көп мөлшері таратқыштар мен қабылдағыштарға үлкен пайда әкелетін радиациялық үлгіні қалыптастыруға мүмкіндік береді. Мысалы, сол ауданда 80 ГГц диапазонындағы бағыттаушы антенна 2,4 ГГц диапазонындағы антеннадан гөрі 30 дБ артық (тар сәуле) көбірек болады.

Радиотолқындардың таралуы және басқа ысыраптар Атмосфералық газдардағы шығындар және жауын-шашынның азаюы, оттегі мен судың сіңу диапазонын қоспағанда, километрге бірнеше децибелден аспайды [4]. Шағылысу мен дифракция салдарынан болатын шығындар материалдар мен беткейге байланысты. Рефлексия және дифракция миллиметрлік толқындардың таралу радиусын төмендетсе де, олар көзден тыс көздер арасындағы байланысты жеңілдетеді (NLOS, сызықты емес).

Төменгі жиіліктегі сигналдар ғимараттың қабырғаларына оңай еніп кетсе де, миллиметрлік толқындар көптеген қатты материалдардан өтпейді (1-кесте). Белгілі бір құрылыс материалдарының (мысалы, кірпіш пен бетон) тозу деңгейінің жоғарылығы көшедегі базалық станциялардан және ғимарат ішіндегі басқа сыртқы көздерден миллиметрлік толқындарды ұстап тұруға көмектеседі, дегенмен кейбір сигналдар терезелер мен ағаш есіктер арқылы түсе алады. Бұл жағдайда басқа сымсыз технологияларды, мысалы, миллиметрлік фемтоцельдер немесе Wi-Fi, үй ішінде пайдалануға болады. Wi-Fi технологиясының жаңа буыны 60 ГГц диапазонын - IEEE 802.11ad стандартын қолдана отырып әзірленгенін ескеріңіз. 1.2 кестеде түрлі кедергілерден сигналдың өткізу мүмкіндіктері келтірілген.

1.2 кесте - Түрлі кедергілерден сигналдың өткізу мүмкіндігі

Материалдар	БС3-010-3	3ГГц	40ГГц	60ГГц
Гипсокардон	2,5	5,4	-	6,,0
Кеңсе қалқа	1,9	0,5	-	9,6
Таза айнек	0,4	6,4	2,5	3,6
Куллет	0,3	7,7	-	10,2
ДСП	1,6	-	0,6	-

1.2 кесте жалғасы- Түрлі кедергілерден сигналдың өткізу

Материалдар	БС3-010-3	3ГГц	40ГГц	60ГГц
Ағаш	0,7	5,4	3,5	-
штукатурка	1,5	-	2,9	-
Әк ерітіндісі	10	-	160	-
Кірпіш қабырғалар	10	-	178	-
Бетон	10	17,7	175	-

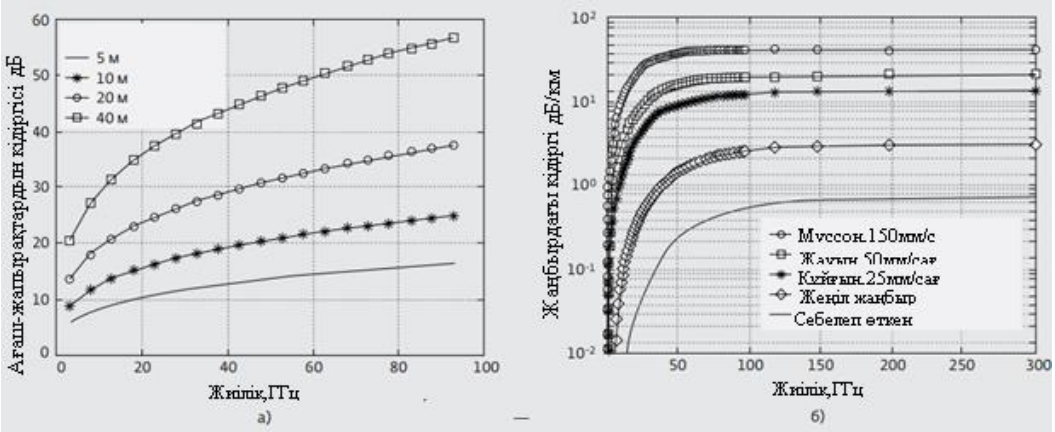
Жапырақтарда миллиметрлік толқындардың сіңуіне байланысты айтарлықтай шығындар. Жапырақтардағы сіңірілуді есептеудің эмпирикалық формуласы келтірілген. Мысалы, 80 ГГц жиілікте және 10 м тереңдікте шығындар 23,5 дБ-ге жетуі мүмкін, бұл 3 ГГц жиіліктегі шығындардан 15 дБ жоғары.

Жаңбырда миллиметрлік радиотолқындар күшейе түседі. Тамшылардың мөлшері толқын ұзындығымен (миллиметрмен) салыстырылады және бұл радио толқындарының шашырауына әкеледі. Қуаттылықты (дБ/км) жаңбырдың қарқындылығына (мм/сағ) қарай есептеуге болады [10] (2б сурет). Мысалы, қарқындылығы 2,5 мм/сағ. 1 дБ/км қарқынмен жауатын жаңбыр жауады, ал жауын-шашынның қарқындылығы 150 мм/сағ болатын муссон типі ондаған децибелдің қауіпті мәндеріне әкеледі. Бақытымызға орай, ең қарқынды жаңбыр әдетте бірнеше елдерде болады, олар қысқа мерзімді және кішкене аумақты жауады. Алайда, ММВ жобасын жасау кезінде, жаңбыр жауған жағдайда миллиметр диапазонындағы шұғыл байланыстарды қолдау механизмін қарастыру қажет.

ММВ архитектурасы Автономды ММВ желісі ММВ белгілі бір географиялық аймақты қамтитын көптеген базалық станциялардан (BS) тұрады. Жақсы қамту үшін ММВ базалық станциялары макроэлементтерге қарағанда жоғары тығыздықта орнатылуы керек. Жалпы алғанда, қаладағы микро- және пикоцеллалардағыдай BS арасындағы қашықтық бірдей

ММВ-де беріліс және / немесе қабылдау тар сәулеге негізделген, соның арқасында көрші BS арасында ешқандай кедергілер жоқ және ММВ байланыс арнасының ауқымы ұлғайтылды. Бұл базалық станцияларды олардың қамту аймағында айтарлықтай өзара қабаттасуға мүмкіндік береді. Ұялы жүйелерден айырмашылығы, жасушалардың бір-бірінің үстіне бір-бірімен қабаттасуы ММВ үшін базалық станциялардың тығыз тізбегін құруға мүмкіндік береді. Мысалы, BS 500 м және байланыс арнасының ұзындығы 1 км арасындағы қашықтық үшін ММВ құрылғысы 14 BS торымен тор орната алады (3а суретті қараңыз). Бұл арна кедергілерінің төмендеуіне байланысты ұяшықтың шетіндегі байланыс арнасының сапасын жақсартады және ұялы

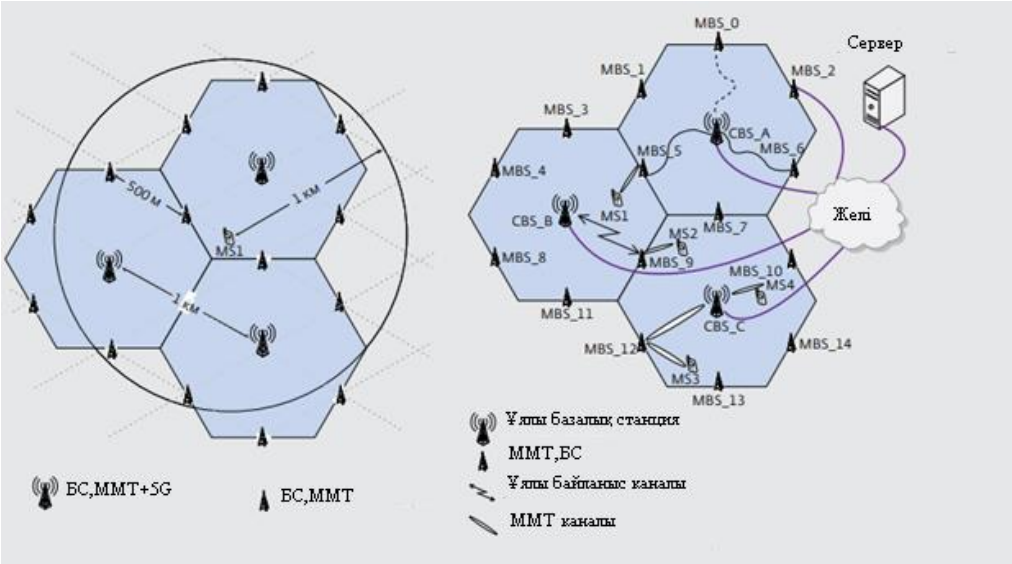
құрылғының жағдайына байланысты қызметтердің біркелкі емес сапасын (EGOS) төмендетеді. 1.12 суретте өшуліктің болуы бейнеленген.



1.12 сурет – Жапырақтар мен жаңбырдан болатын өшу

ММВ базалық станцияларының жоғары тығыздығына байланысты оларды сымды магистральдық желіге қосу құны өте маңызды. Бұл шығындарды азайтудың бір шешімі (және орналастыруды тездету) - кейбір ММБ-ға қызмет көрсету арналары арқылы басқа BS-мен байланыс орнатуға мүмкіндік беру. Үлкен пайдасы бар тар радиациялық үлгіні қалыптастыруға байланысты станциялар мен жылжымалы құрылғысы бар байланыс каналы бір-біріне кедергі жасамай бірдей жиілікте жұмыс істей алады. Бұл ММВ базалық станцияларын орналастырудың икемділігін едәуір арттырады және 3 ГГц дейінгі диапазондағы гибридтік желілерге қарағанда олардың орналасу тығыздығын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

Милиметр диапазонының тағы бір проблемасы - заманауи технологиялар шығаратын қуатты күшейткіштер мен антенна массивтері сияқты жоғары өнімді электронды микротолқынды құрылғылардың болмауы. Бір шешім - тұрақты сәулесі бар немесе секторы бар антенна массивтерін, мысалы, мүйізді антенналарды қолдана отырып, ММВ BS-де антенна массивтерін пайдаланбау. Мүйізді антенна қол жетімді баға бойынша қолданыстағы ұялы байланыс желілеріндегі секторлық антеннамен бірдей пайдаға және сәуленің еніне қол жеткізуге мүмкіндік береді [12]. Ұялы құрылғының қабылдағышы негізгі станцияға радиациялық үлгіні қалыптастыру үшін әлі де антенна массивін қолдануы керек. Ұялы құрылғы өз осінің айналасында қозғалатындықтан, антенна массиві радиациялық үлгіні жасайды, осылайша ол әрдайым BS-қа бағытталады. 1.13 суретте базалық станциялардың орналасуы көрсетілген.



1.13 сурет – Базалық станциялардың орналасуы

2 Есептік бөлім

2.1 Деректерді өткізу қабілетін есептеу

Өткізгіштік тасымалдаудың әр уақыт интервалына (TTI) бір подкрамда берілетін биттердің саны болып табылатын тасымалдаудың көлемін (TBS) пайдаланып есептеледі. TBS УЭ бөлінген ресурстық блоктардың санына, сондай-ақ модуляция мен кодтау схемасына (MCS) байланысты. 5G TF техникалық сипаттамаларында модуляция мен кодтаудың ең жоғары схемасы 64 QAM құрайды.

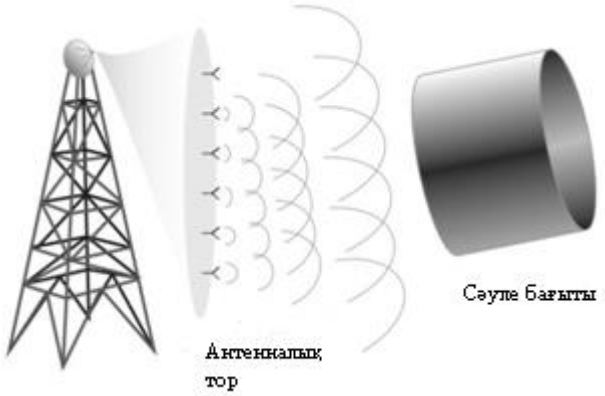
Көлік блогының максималды мөлшері - 66 392 бит. Бұл компонент тасымалдаушыға 663,92 Мбит / с өткізу қабілеттілігін береді. Егер сегіз тасымалдаушы компонент ӨЭ бойынша 663,92 Мбит / сек x 8 = 5,3 Гбит / с өткізу қабілеттілігін пайдаланса. 2.1 суретте деректерді өткізуді есептеу көрсетілген

2.1 кесте - Деректерді өткізу қабілеттілігін есептеу мысалы

Ерекшеліктер	Модуляцияны кодтау схемасы	Берудің уақыт аралығы	Көлік блогының өлшемі	СС-дағы деректердің өткізу қабілеті	Салмақ түсетін компонент	Жалпы өткізу қабілеті
5G TF	64 QAM (символға 6 бит)	0.2 ms	66392 бит	663.92 Мбит/сек	8	5.3 Гбит/сек

2.2 Сәуленің қалыптасуы

Сәуленің пайда болуы миллиметрлік толқындардың жиілігін қолданған кезде беріліс жоғалуының алдын алу үшін қажет. Бамформатор бірнеше антенна элементтерінен сигналдарды біріктіреді, осылайша сигналдың бірнеше фазалары тураланған кезде біріктірілген сигнал деңгейі жоғарылайды. Әр антенна элементінен сигналдар кідіріс арқылы жіберіледі, яғниқабылдағышқа бағытталған тар сәулені құрудың әртүрлі кезеңдерімен, 2.2 суретті қараңыз.



2.1 сурет - Әр антеннаның берілу уақыты мен фазасын өзгерту арқылы бағытты сәулелерді құру

5G TF-те сәулелендіру анықтамалық сигналдар, таратылымды басқару арналары және арна деректері үшін қолданылады, ал LTE-де, сәулелендіру тек деректер арналары үшін қолданылады.

Құрылғыны желілік ұяшыққа қосу және деректерді жіберу/алу үшін деректердің өткізу қабілеттілігін тексеру кезінде:

- ұяшықпен уақыт пен жиілікті синхрондау үшін ұяшықтан іздеу;
- кездейсоқ қол жетімді процедурамен сәулені қабылдау;
- рәсімге қосылыңыз.

Сәулелендірудің жаңа процедуралары 5G TF техникалық сипаттамаларында анықталған.

Сәулелендіруді енгізу 3GPP NR-де әлі де талқылануда. Төменде сәулелендіру процедуралары берілген және 5G TF техникалық сипаттамаларында анықталған. Әрбір рәсім қысқаша сипатталған:

- сәулені қабылдау және бақылау;
- сәулені нақтылау;
-сәулелік кері байланыс;
- сәуле ауыстырғыш.

Сигналдың қайдан шыққанын анықтаңыз, бұл радиациялық үлгінің негізгі қақпағын шақырушы абоненттік станцияның бағытына орнатудың тағы бір міндеті, байланыс сеансы кезінде абоненттік станцияның сигналын

бақылау міндеті. Нақтырақ айтсақ, бұл радиоактивті сәулелену көзін іздеу бағытының міндеті.

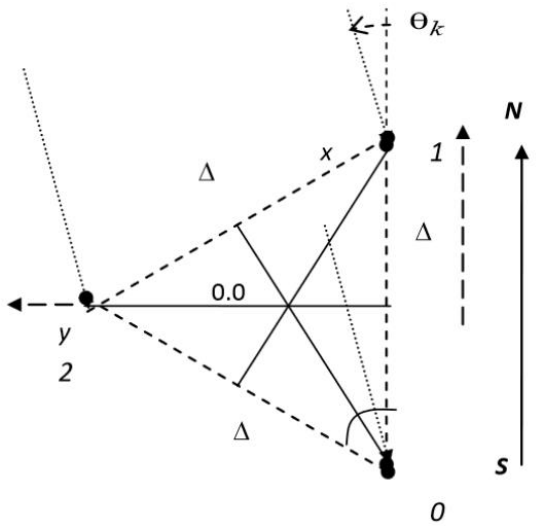
Бұл мәселені шешу үшін біз антенна массивінің екі түрлі конфигурациясының әр түрлі параметрлерін есептеп шығардық және алгоритмдердің сапалық көрсеткіштеріне сандық талдау жүргізіп, бағытты табу алгоритмдерін қолдандық. Matlab-та қоршаған ортаға берілген тапсырмаларды орындау.

2.3 Үш элементтен тұратын MIMO үшін бағытты табу дәлдігін есептеу

Антенна массивінің геометриялық центрінде координаталық шығуымен декарттық жүйеде қабылданған сигналдар мен шудың математикалық моделін елестетіп көріңіз. Антенна массиві тең жақтары бар үшбұрыш және геометриялық орталық түрінде ұсынылған - бұл медианалардың екі жағындағы қиылысу нүктесі 2.2 суретте көрсетілген. Егер антенна массивінің конфигурациясы анықталмаса, онда геометриялық орталық антенна массивінің барлық M элементтерінің координаттарының қосындысы (x, y) (0,0): 1 (x, y) = n (0,0) болатындай етіп таңдалады. 2.2 кестеде тиісті координаттар жүйесінде антенналарда келесі координаттар көрсетілген.

2.2 кесте - Антенналар элементтерінің координаттары

0	1	2
$(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2\sqrt{3}})$	$(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2\sqrt{3}})$	$(0, \frac{1}{\sqrt{3}})$



2.2 сурет - Жүйеде антенна массивінің центрі

Координаттар процестері теңдеулер түрінде ұсынылады:

$$xt_1(t) = \sum_{k=1}^{d} b_k s_k(t) \exp(j2\pi f_k t) \exp(-j2\pi \frac{f_k \Delta \cos(30-\theta_k) cos\beta_k}{\sqrt{30}} + \delta_1(t), \quad (1)$$

$$xt_2(t) = \sum_{k=1}^{d} b_k s_k(t) \exp(j2\pi f_k t) \exp(-j2\pi \frac{f_k \Delta \cos(60-\theta_k) cos\beta_k}{\sqrt{30}} + \delta_2(t), \quad (2)$$

$$xt_3(t) = \sum_{k=1}^{d} b_k s_k(t) \exp(j2\pi f_k t) \exp(-j2\pi \frac{f_k \Delta sin\theta k cos\beta_k}{\sqrt{30}} + \delta_3(t). \quad (3)$$

Өлшеу қателіктерін вектормен көрсетілген:

$$\Delta\varepsilon(t) = \begin{bmatrix} \delta_1(t) \\ \delta_2(t) \\ \delta_3(t) \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Гаусс ықтималдығының маргиналды тығыздығымен тәуелсіз Шу векторы ұсынылған :

$$\varepsilon(t) = \begin{bmatrix} \delta_1(t) \\ \delta_2(t) \\ \delta_3(t) \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Қалай жазылуы мүмкін:

$$\Delta\varepsilon(t) = \begin{bmatrix} xt_1(t) \\ xt_2(t) \\ xt_3(t) \end{bmatrix}.$$

Толқын ұзындығындағы MIMO антенналық торының элементтері арасындағы қашықтық . Қашықтық үнемі өзгереді және дәлдікке әсер етеді. Антенналардың арасында ең көп таралған жағдай үшін шолу жолағының ең аз жиілігін таңдады. 3 элементті антенна торының көмегімен қабылдағанда бір жиіліктегі бір сигналдың пеленгациясының дәлдігі.

Мысалы, есептеу екіэлементтік антенна торлар MATHLAB жүйесінде жүргізілетін есептеу диаграммасын. Антенна торының элементтері арасындағы қашықтық толқын ұзындығының жартысын алды.

Matlab бағыт диаграммасын есептейтін бағдарлама:

```
 i=sqrt(-1);
% жалған бірлік m
= 1:1:100;
%векторды қалыптастыру үшін пайдаланылатын вектор келесі жолда
ДН мәндерінің % - дан 90-ға дейінгі интервал
```

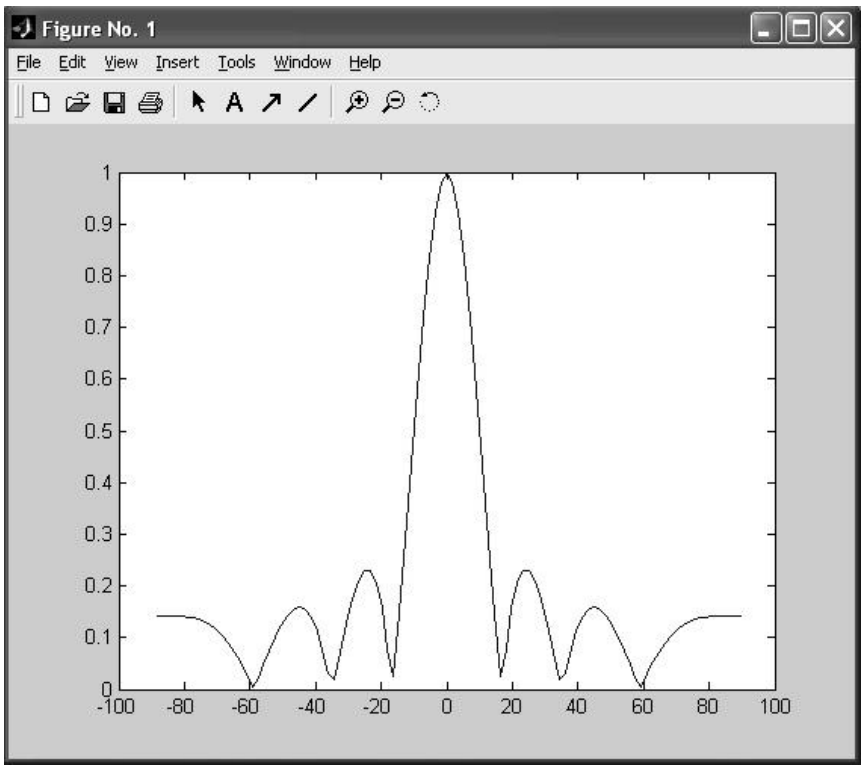
```
% градусқа дейін
-90 gr=-90+1.8*m;
for m2=1:100 %Мәндер саны бойынша Цикл ДН
    tetta = -pi/2+ pi/100*m2;
    % эталондық кіру бұрышын қалыптастыру
    % сигнал
    % вектор элементі АР
        n=1:1:2;
        f=cos(pi*sin(tetta)*(n-1));
        g=sin(pi*sin(tetta)*(n-1));
     % h
        АРэлементтеріндегіэталондықсигналдыңкешендіесептеувекторы
     % h=f+i*g;
          % модул есептеу
          %  ДН symma=0;
            for lm=1:2
              symma = symma+h(lm);
            end
          symma1=abs(symma);
          diagr(m2)=symma1
end
%  максималды мән табу
ДН max1=max(diagr);
diagr=diagr/max1;
            %diagr=20*log10(diagr);
            plot (gr,diagr)
```

Бағдарламаны орындау нәтижесі (сурет.2.4). Бұрышында өзгерістер -90 градустан 90 градусқа дейін алынды.$\frac{d}{0} = 1{,}5$; $\frac{d}{0} = 5$; $\frac{d}{0} = 0{,}1$

Бұл сигналдардың азаюын көрсетеді және шығуда сигналдың толық бәсеңдеуіне әкеледі.

Антенна торының элементтері жақындағанда ол бағытталмаған болады. Толқын ұзындығына элементтер арасындағы қашықтықтың қатынасын арттыра отырып (салыстырмалы 0.5) бағыт диаграммасында қосымша максимум аламыз.

N=7 шарты бойынша есептеу нәтижесі, $\frac{d}{0} = 0.5$ 2.3 суретте көрсетілген.



2.3 сурет - Бағыт диаграммасының максималды мәнін табу

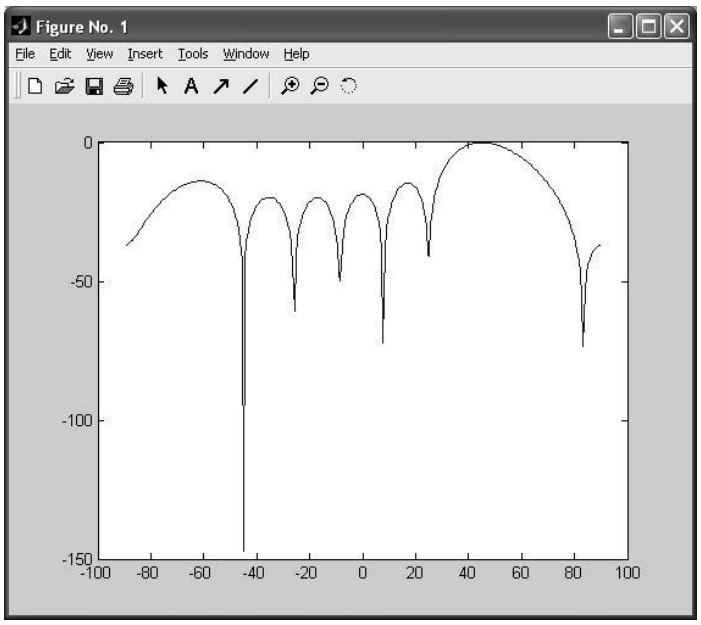
Антенна торының кешенді элементтерінің оңтайлы векторын есептейміз:

Оңтайлы векторы кешенді коэффициенттерін есептейміз бағдарламасының көмегімен Matlab, және осыдан бірге қалаймыз диаграмманы әзірленді. Сигналдың кіріс бағыты 45, кедергі келу бағыты-45. 1-ге тең, Шу дисперсиясы 1-ге тең, кедергі дисперсиясы 10000-ға тең. Matlab бағдарламасында бағыт диаграммасын күшейту есебі

```
i=sqrt(-1);
tettaPom = -pi/4; % кедергінің келу
бұрышы
tettaSig = pi/4; % сигналдың келу
бұрышы
 D1=10000;
   For-m3=1:7
        f=D1*cos(pi*sin(tettaPom)*(m3-m2));
        g=D1*sin(pi*sin(tettaPom)*(m3-m2));
        h=f+i*g;
        matr(m2,m3)=h;
          if m2==m3
             matr(m2,m3)=matr(m2,m3)+1
          ; end
   end
```

```
   end
     % кешенді сигнал есептемелерін есептеу
     S for m2=1:7
    f=cos(pi*sin(tettaSig)*(m2-1));
    g=sin(pi*sin(tettaSig)*(m2-1));
    h=f+i*g;
    sig(m2)=h
  end
   % корреляциялықматрицаныңайналымы
   obrMatr=inv(matr);
   кешендітүйіндесудіорындаужәневектор-
   жолданвектор-бағанғатүрлендіру
   sig2=sig';
   оңтайлы W векторынтабу
   Woptim=obrMatr*sig2;
% ДНесептеу
m = 1:1:300 ;
gr=-90+180./300*m;
for m2=1:300
     teta = -pi/2+ pi/300*m2;
        n=1:7;
        f=cos(pi*sin(tetta)*(n-1));
        g=sin(pi*sin(tetta)*(n-1));
        h=f+i*g;
             symma=0;
               for lm=1:7
                 symma = symma+h(lm)*Woptim(lm);
               end
       diag(m2)=abs(symma);
end
max1=max(diag)
diag=10*log(diag/max1);
plot (gr,diag)
```

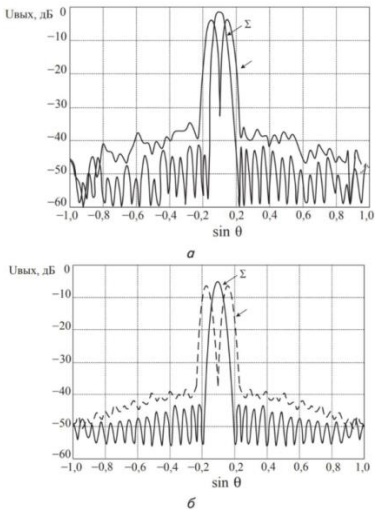
2.4 суретте бағатты күшейту диаграммасы көрсетілген.



2.4 сурет -Бағыт диаграммасын күшейту

Бағдарламаның нәтижесі радиациялық сызбаның максималды өсуі 45 бағытта, ал кедергі орналасқан жерге қарай сәуле сызығының нөлдік өсімі бар екенін көрсетеді.

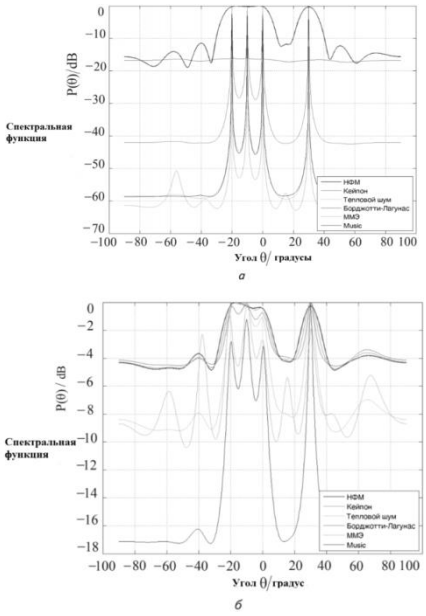
32 элементті антенна массивінің сәулелену үлгісін қалыптастыру 2.5 суретте көрсетілген.



2.5 сурет - 32 элементті антенна массивінің радиациялық үлгіні қалыптастыру: a - енгізу; b - орташа 50 енгізу

Антенна массивінің тиімділігін арттыру үшін сигнал көздеріне бағытта антенна үлгісінің минималды стандартты ауытқуын ескеру қажет. Бұл мәселені шешу үшін біз модельдеуді қолданамыз. Сигнал функциясы ретінде сигнал шоғырының фонында оның деңгейінен сигнал көзінің тереңдігін басу деңгейі ескеріледі 2.6 суретте көрсетілген.

Шектеу әдісін қолдану SNR 30 дБ-ден асқанда тиімді нәтиже береді деген қорытындыға келдік.



2.6 сурет - радиациялық қуаттың шу-шу деңгейіне корреляцияланбаған сигналдардың келу бұрышына тәуелділігінің графигі: a –SNR = 35 дБ; b - SNR = 20 дБ

«Шешудің» әдісін қолдану үшін 30 дБ және одан жоғары сигналдардың өте үлкен энергетикалық параметрлері қажет, оны ұялы байланыс желілерінде алу әрдайым мүмкін емес және көп нәрсе антеннаның дизайнына байланысты.

Модельдеу нәтижелерінен көруге болады:

- бейімделмейтін сәулені қалыптастыру әдісі практикада ең оңай, бірақ Rayleigh рұқсатымен шектелген;

- капон әдісі алдыңғы әдіске қарағанда жақсы, өйткені ол алынған энергияны қызығушылықтың бағыты бойынша бағыттауға шоғырландыру үшін барлық қол жетімді еркіндік дәрежесін пайдаланады;

- капон әдісі ең төменгі ажыратымдылыққа ие;

- MUSIC көп сигналды жіктеу әдісі - бұл Capon алгоритмімен салыстырғанда MUSIC-дің жоғары ажыратымдылығы бар қондыру сценарийін шығаратын, шексіздікке дейінгі шу-шу арақатынасы бар Капон әдісінің туындысы;

- MUSIC әдісі кіріс сигналдарының сигналдың қайнар көздерінің жеткілікті бұрыштық әртүрлілігімен және төмен дыбыстық шу коэффициентімен шешілуін қамтамасыз етеді;

- біз микроэлементтер мен тіркелген электр беру желісі (FL) арасындағы өзара кедергілерді бағалаймыз, сонымен қатар араласуға қойылатын талаптарға сүйене отырып, бірге өмір сүру мүмкіндігін талдаймыз;

- микроэлементтердегі 5G жүйесі үшін магистральдық және төменгі сілтемелердегі тіркелген қызмет алушының кедергілерін бағалаймыз.

Модельдеу 0-ден 30 км-ге дейінгі қашықтықты өзгерту арқылы, сонымен қатар тіркелген байланыс антенналарының әртүрлі бағыттарын белгілеу арқылы жүзеге асырылды.

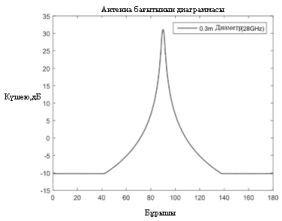
2.4 Антеннаның бекітілген моделі

Суретте диаметрі/толқын ұзындығы 100 МГц-тен кем немесе оған тең келетін тіркелген байланыс желісі үшін антенна диаграммасы көрсетілген. Антеннаның диаметрін арттыру сәуленің енін тарылтады және осыған байланысты антеннаның пайдасы артады. Демек, үлкенірек тақтайша бекітілген сілтеме бойынша кедергілердің санын азайтуға мүмкіндік береді. Біздің зерттеуіміз үшін 0,3 м өлшемді тақтайша қолданылды. 2.3 кестеде бекітілген желі параметрлері көрсетілген.

2.3 кесте - Бекітілген желінің параметрлері

Параметрлер	-
Жиілік (ГГц)	28
Өткізу қабілеті (Мгц)	60
Аннтенаның түрі	Тарелка 0.3 м
Аннтена биіктігі	35
Модуляция	64 QAM
Ерекше қуат таратқыш	17
Антеннаның негізгі қақпағы (dBi)	31.5
I/N (dB)	-10
Жылу шу (дБм / МГц)	-114
Арналық интерференцияның ең жоғары шегі (дБм / МГц)	-120

2.7 суретте бекітілген байланыс желісі үшін радиация үлгісі көрсетілген



2.7сурет - Бекітілген байланыс желісі үшін антеннаның радиациялық үлгісі

2.5 Кедергі шегі

Бекітілген сызықтағы кедергі деңгейін бағалау үшін I/N = -10 дБ параметрінің негізінде төменде есептелген интерференцияның максималды шегі белгіленді. Қабылдағыштың жылу шуылына қатысты шу деңгейінің мәні тұрақты байланыстырылған шу шығарғышқа қатысты 0,5 дБ деградацияға әкеледі.

$$I_{\text{thr}} = \text{Жылы шу} + \text{I/N}, \tag{6}$$

мұндағы I / N - шу деңгейінің жылу шуылына қатысты мәні.

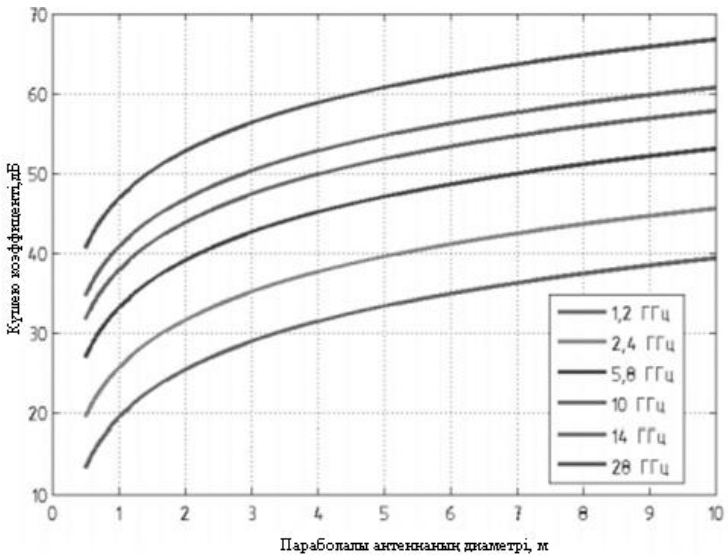
Қабылдағыш үшін жылу шу:

$$\text{Жылы шу} + NF, \tag{7}$$

$$\text{Жылы шу} = K * T * B, \tag{8}$$

мұндағы, K = 1.38 ∗ 10−23, Больцман тұрақтысы;
T = 288, келвиндердегі температура;
B = 106, өткізу қабілеті Гц;
NF = 4дБ, қабылдағыштың шуылы.

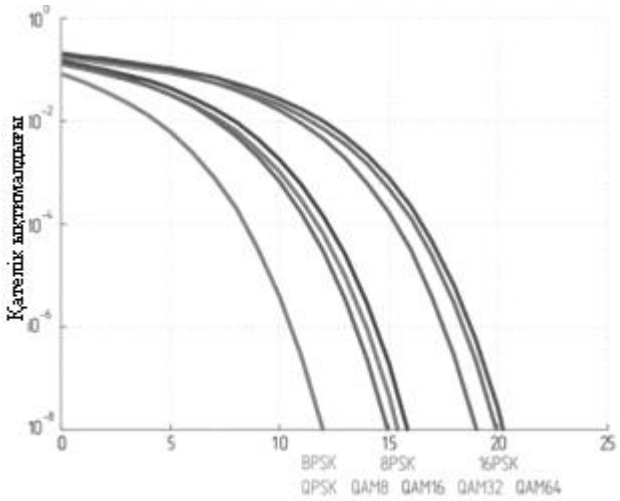
Сондықтан, мәндер 1 МГц-ке дейін қалпына келтірілді, қабылдағыш үшін жылу шу = -110дБм / МГц. 2.8 суретте Итр = -120дБм/МГц көрсетілген.



2.8 сурет - Табыстың антеннаның диаметріне тәуелділігі

5G жүйесі әр түрлі жиіліктерде жұмыс істейтіндіктен, байланыс каналдарындағы әр түрлі модуляция үшін байланыс арналарының әрқайсысы үшін аздаған қателіктердің болу мүмкіндігін бағалау қажет.

2.9 суретте көрсетілгендей, модуляция QAM64 деңгейіне көтерілгенде, сәл қателіктің ықтималдығы артады, сондықтан BER деңгейінің өзгермеуі үшін қабылдағыштың кірісінде шу-шу арақатынасын (SNR) жоғарылату қажет.



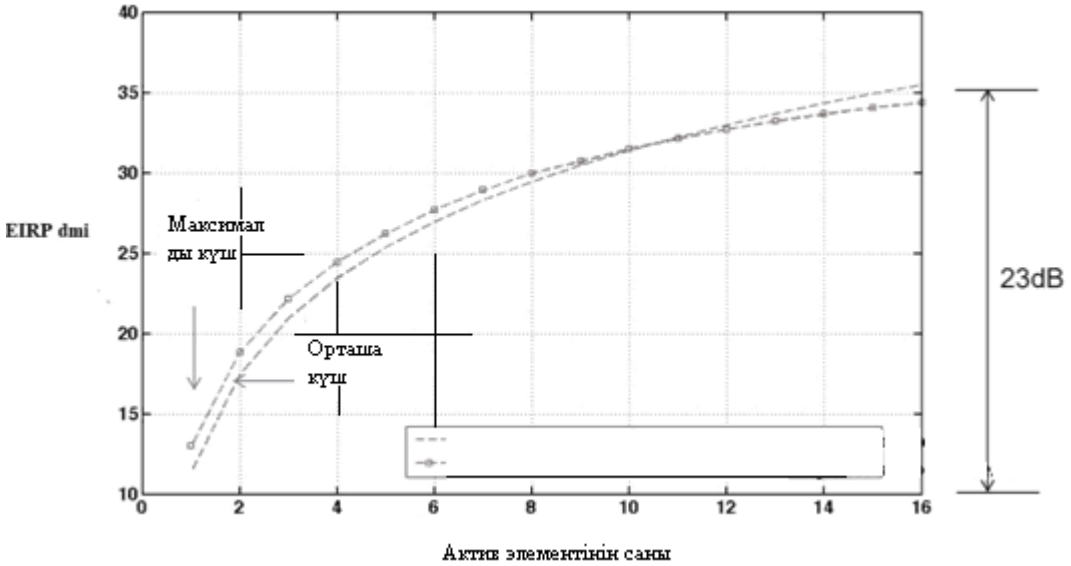
2.9 сурет - Сәл қателіктің ықтималдығының модуляция түріне тәуелділігі

Сондықтан жиіліктің өткізу қабілетін өзгертпестен көбірек ақпарат беру үшін QAM64 модуляциясын қолданған дұрыс. Ұзын қашықтықта көп байланыс жасау үшін модуляцияның энергиялық неғұрлым қолайлы түрін, екілік фазалық ығысу пернесін (BPSK) және квадратуралық фазалық ауысуды (QPSK) қолдану қажет.

$$EIGRP = P_T - L_C + G_A, \quad (9)$$

мұндағы, EIRP - тиімді изотропты сәулелендірілген қуат
PT - таратқыштың шығу қуаты (дБм)
LC - кабельді жоғалту
Ga - Антеннаның бағыт бағыты (dBi)
EIRP фазалық антеннасы (массив элементінің нөмірі) 2 ретінде өседі

2.10 суретте миллиметрлік толқынның жоғалуы (мм толқын) бейнеленген.



2.10 сурет - Миллиметрлік толқынның жоғалуы (мм толқын)

3 Өмір тіршілікшілік қауіпсіздігі

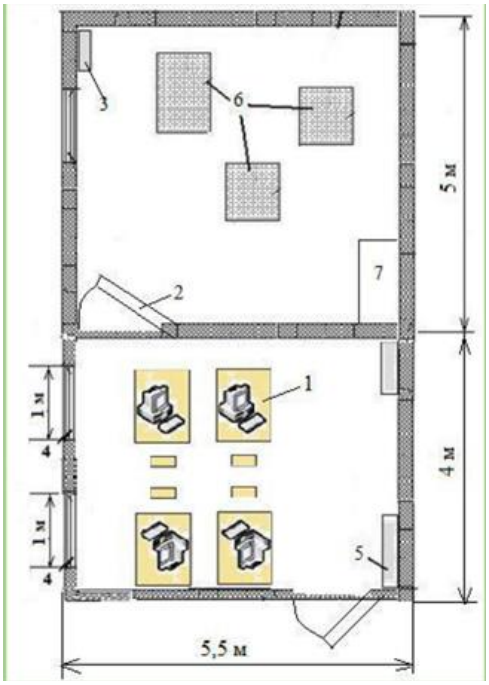
3.1 Еңбек жағдайларын талдау

Бұл дипломдық жұмыстын тақырыбы «Ұялы байланыс ерекшеліктерін миллиметрлік диапазонда (6ГГц-тен жоғары) зерттеу».Осы бөлімде провайдерлардын жұмыс істейтін бөлмесін жарықтандыру жайлы және антенналардың найзағайдан қорғауын және BSC базалық станцияларының ғимаратын пысықтау.

3.1.1 Бөлмені талдау.Жабдық бөлмесі ұзындығы 5,5 м, ені 5 м, биіктігі 3 м, ауданы 27,5 м^2 болатын бөлме болып табылады. Бөлмеде орналастырылған келесі телекоммуникациялық қондырғылар: базалық станциясы, бағдарламалық коммутатор, шлюз сигнализация мен медиа-шлюз. Барлық жабдықтар арнайы тіреулерде орналастырылған.

Қызметкерлерге арналған үй-жай: ұзындығы 5,5 м, ені 4 м, биіктігі 3 м, ауданы 22 м^2. Операторлық бөлменің жабдығы 4 жинақталған дербес компьютерді қамтиды.

Жабдық пен қызмет көрсетуші персонал әртүрлі бөлмелерде болады. Тәулігіне екі рет бас инженер жабдықтың жұмысы туралы деректерді алу үшін жабдықтарға арналған бөлмегекіреді. Негізгі бөлігі уақыт инженер – операторлар орналасқан үй-жайда қызмет көрсететін персонал үшін (4 адам). Операторлардың еңбек режимі ұйымдастырылған екі ауысым бойынша12 сағат. 3.1 суретте бөлме жоспары көрсетілген.



3.1 сурет - Бөлме жоспары

Суретте 3.1 көрсетілген үй-жайдың жоспары ғимаратының орналасқан жабдықтар мен қызмет көрсетуші персонал, онда санмен белгіленді:

1-дербес компьютер, үстел және орындықтар;

2-есік;

3-кондиционер;

4-терезе;

5-стеллаждар мен шкафтар;

6-жабдық;

7-кросс.

3.1.2 Электромагниттік сәуле, оның адам ағзасына әсері және гигиеналық реттеу мен қорғау принциптері. Адамдарға және биологиялық объектілерге теріс әсер ететін физикалық қоршаған ортаның барлық түрлерінің арасында ионданбайтын табиғаттың электромагниттік өрістері айтарлықтай күрделілікке ие, атап айтқанда радиожиілікті сәулеленуге байланысты.

Электромагниттік өрістердің табиғи көздері екі түрге бөлінеді: біріншісіне жатады және тұрақты электрлік және тұрақты магниттік өрістерден тұратын Жер өрісі, ал екінші түрі - ғарыш көздері, сондай-ақ атмосфералық процестер нәтижесінде пайда болатын радио толқындар, яғни. найзағай соққысы және т.б. 300 МГц - 300 ГГц жиіліктер диапазонында энергия ағынының тығыздығының максималды рұқсат етілген деңгейлері әсер ету ұзақтығына байланысты 3.1 кестеде келтірілген.

3.1 кесте -РД ЭС ШРЕД және әсер ету ұзақтығы

Әсер ету уақыты Т, мин	ЭАТшред , мкВт/см²
480 және одан көп	25
450	27
420	29
390	31
360	33
330	36
300	40
270	44
240	50
210	57
180	67
150	80
120	100
90	133
60	200
30	400
15	800
12 және одан аз	1000

Жердің табиғи электр өрісі бетіндегі артық теріс зарядтардың әсерінен пайда болады, оның қарқындылығы 100-ден 500 В / м-ге дейін өзгереді. Найзағай бұлттары өрістің күшін ондаған және жүздеген кВ / м дейін арттырады

Электромагниттік энергияның негізгі көрінісі жылу болып табылады, бұл ұлпалар мен мүшелердің өзгеруіне және зақымдалуына әкеледі. Энергияны сіңіру механизмі өте күрделі. Электромагниттік өрістерге ең осал орталық жүйке жүйесі - нейроэндокриндік жүйе [12].

Электромагниттік өрісте ұзақ уақыт жүруге байланысты ерте шаршау, ұйқышылдық және ұйқының бұзылуы, жиі бас аурулары, жүйке жүйесінің бұзылуы және т.б.

Төмен қарқындылығы бар бірнеше рет қайталанатын сәулеленулер тұрақты нейропсихикалық ауруға және орталық жүйке жүйесінің функционалдық бұзылуына, қан қысымының өзгеруіне, импульстің бәсеңдеуіне және трофикалық құбылыстарға әкеледі.

Жиілік диапазонын ескере отырып, әр түрлі принциптер электромагниттік сәулеленуді гигиеналық реттеудің негізін құрайды. Өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісінде тұрған адамның қауіпсіздік шарты - осы өрістің беріктігі. ҚР ҚНжЕ 4.04-10-2002 [2] осы аймақта үнемі орналасқан персонал үшін гигиена стандартын анықтайды. Жұмыс орнындағы тұрақты магнит өрісінің рұқсат етілген ең жоғарғы деңгейі - интенсивтілік 8 кА / м аспайды.

3.1.3 Адам денсаулығын электромагниттік әсерлерден қорғау әдістері және ЭМК бағалауының жалпы ережелері. Адамдарды электромагниттік әсерлерден қорғаудың бірнеше әдістері бар. Уақыт бойынша қорғау - белгілі бір нүктеде радиация қарқындылығын максималды рұқсат етілген деңгейге дейін төмендету мүмкіндігі болмаған жағдайда қолданылады. Бұл әдісте электромагниттік өрістің әсер ету аймағында адамдардың өткізетін уақыты шектеледі. Қолданыстағы ережелер энергия ағынының тығыздығы мен әсер ету уақыты арасындағы байланысты қамтамасыз етеді.

Қашықтан қорғау - басқа шаралармен азайған кезде қолданылады, тіпті уақыт бойынша қорғау мүмкін емес. Әдіс көзге дейінгі қашықтықтың квадратына пропорционал сәулелену қарқынын азайту арқылы құрылады. Қорғаудың бұл түрі нормативті-санитарлық қорғау аймақтарына негізделеді - өріс көзінен тұрғын үйлер мен кеңсе үй-жайларына дейінгі қашықтық [14].

Адамдарды электромагниттік әсерлерден қорғауға арналған инженерлік шаралар. Инженерлік қорғаныс шаралары электромагниттік өрістерді экрандау және радиация қарқындылығын төмендету процесін қолданады. Екінші өлшем, ең алдымен, шығарылатын объектіні жобалау сатысында қолданылады.

Кейбір жағдайларда көпшілікті электромагниттік әсерден қорғау үшін сәулелену үшін арнайы құрылыс конструкциялары қолданылады: металл тор, металл парақ немесе басқа өткізгіш жабын, арнайы жобаланған құрылыс материалдары.

Жеке қорғану құралдары ЭМР-нің адам ағзасына әсерін болдырмау үшін, рұқсат етілген деңгейден асатын деңгейлерде, ал басқа құралдарды қолдану мүмкін емес немесе мүмкін емес болған кезде қолданылады. 3.2 кестеде ЭМӨ-нің максималды рұқсат етілетін деңгейлері көрсетілген. 3.3 кестедеэлектромагниттік өрістердің шекті рұқсат етілген деңгейлері көрсетілген.

Тұрғындарды радиожиілік диапазонының (ЭМП РЖ) электромагниттік сәулелену әсерінен қорғау үшін, санитарлық қорғау аймақтары мен құрылысты шектеу аймақтары анықталған. Санитарлық-қорғаныс аймағы (СҚА) PRTO аумағына іргелес аумақ болып саналады. Санитарлық-қорғаныс аймағының сыртқы шекарасы тұрғын үй аймағындағы барлық топтар үшін 10 мкВт / см^2 РД ЭС -нің рұқсат етілген шекті деңгейіне (РНШД) сәйкес жер бетінен 2 м биіктікте анықталады [15].

Санитарлық-қорғаныс аймағы және құрылысты шектеу аймағы есептеу арқылы анықталады және электромагниттік өрістің қуат ағынының тығыздығын өлшеу арқылы нақтыланады.

3.2 кестеде ЭМӨ-нің максималды рұқсат етілетін деңгейлері көрсетілген. 3.3 кестедеэлектромагниттік өрістердің шекті рұқсат етілген деңгейлері көрсетілген.

3.2 кесте - Персоналдың жұмыс орындарында 30 кГц-300 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ-нің максималды рұқсат етілетін деңгейлері.

Параметр	Жиілік диапазоны (МГц)				
	0,03-3,0	3,0-30,0	50,0	50,0-300,0	300-300000
Шекті рұқсат етілген мәніЭЭЕ, (В/м)^2·ч	20000	7000	800	800	-
Шекті рұқсат етілген мәніЭЭН, (А/м)^2·ч	200	-	0,72	-	-
ШРЕМ	-	-	-	-	200
(мкВт/см^2)·ч					
МаксималдыШРЕД Е, В/м	500	296	80	80	-
МаксималдыШРЕД Н, А/м	50	-	3,0	-	-
Максималды ШРЕД ППЭ, мкВт/см^2	-	-		-	1000

3.3 кесте - 30 кГц-300 ГГц жиілік диапазонындағы электромагниттік өрістердің шекті рұқсат етілген деңгейлері

Жиілік диапазоны	30-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-300 МГц	0,3-300 ГГц
Нормаланған параметр	Электр өрісінің күші Е(В/м)				Тығыздық Энергия ағыны, ППЭ (мкВт/см^2)
Шекті Рұқсат етілген деңгей	25	15	10	3 В/м	10

Тұрғындарды радиожиілік диапазонының (ЭМП РЖ) электромагниттік сәулелену әсерінен қорғау үшін, санитарлық қорғау аймақтары мен құрылысты шектеу аймақтары анықталған. Санитарлық-қорғаныс аймағы (СҚА) PRTO аумағына іргелес аумақ болып саналады. Санитарлық-қорғаныс

аймағының сыртқы шекарасы тұрғын үй аймағындағы барлық топтар үшін 10 мкВт / см^2 РД ЭС -нің рұқсат етілген шекті деңгейіне (РНШД) сәйкес жер бетінен 2 м биіктікте анықталады [15].

Санитарлық-қорғаныс аймағын анықтаған кезде объектінің және елді мекеннің перспективалық дамуы, сондай-ақ антеннадан кері санақ ескеріледі. Ғимаратты шектеу аймағы (ҒША) - бұл жер бетінен екі метр биіктікте, РД ЭС қарқындылығы резиденттер үшін 10 мкВт / см2(СанЕмН12.2.4/2.1.8.055-96 - 3.4 кестеге бағына отырып).Дамудың шектелу аймағының сыртқы шекарасы перспективалық даму ғимараттарының ең жоғарғы биіктігі бойынша белгіленеді, оның жоғарғы қабатының биіктігінде РМ ЭМР қарқындылығы аспайды.

Санитарлық-қорғаныс аймағы және құрылысты шектеу аймағы есептеу арқылы анықталады және электромагниттік өрістің қуат ағынының тығыздығын өлшеу арқылы нақтыланады.

Денсаулық сақтау аймағының аумағы адамдардың орналасуында рұқсат етілген ең жоғары деңгейге жеткен жағдайда, әр түрлі мақсаттар үшін функционалды дамуды қамтамасыз ету үшін пайдалануға рұқсат етіледі.

Есептеулер Ericsson компаниясының «Mini Link» көп стандартты базалық станциясының жабдықтарының бастапқы деректері мен техникалық сипаттамалары негізінде жүргізілді.

3.1.4 Найзағайдан қорғау құрылғысы.Найзағайдан қорғау қасиеті найзағайдан жасалған жоғары және жақсы жерге тұйықталған металл құрылымдарды зақымдайды.

Электр тогы үшін найзағайдың электрлік разряды және оны жерге бұру үшін найзағайдан айырғыштар қолданылады. Атап айтқанда, тағайындау етеді қорғаныс, ғимараттарды, құрылыстарды және адамдардың найзағай. Найзағай тартқыштың құрамдас бөліктері (4 элемент):

- көтергіш бөлік-тірек (ғимараттың өзі немесе ғимарат қызмет етуі мүмкін);
- найзағай қабылдағыш;
-ток бөлу;
-жерге қосқыш.

Ең танымал стерженді және тросты найзағай тартқыштар.

Ғимараттар мен құрылыстарға найзағайдан қорғауды жоспарлау және орнату жөніндегі нұсқаулық найзағайдан қорғаныс объектілері үш санатқа бөлінетінін белгілейді.

Ғимараттар мен құрылыстар үшін найзағайдан қорғаныс өндірісі қорғаныс аймағының түрін ескере отырып және ғимараттың немесе құрылымның мақсатына, қарастырылатын аймақтағы найзағай белсенділігінің қарқындылығына және жылына күтілетін найзағайдың санына байланысты найзағайдан қорғайтын құрылғылардың үш санатының біріне сәйкес жүзеге асырылады.

Найзағайдан қорғау аймағы-оның ішінде ғимарат немесе ғимарат найзағайдың тікелей соққысынан белгілі бір сенімділік дәрежесімен қорғалған

кеңістіктің бір бөлігі болып табылады. А типті аймақ – 99,5% және одан жоғары сенімділік, Б аймағы - 95% және одан жоғары сенімділік [16].

Найзағайдан қорғау бойынша кез келген ғимараттар мен құрылыстар объектінің маңыздылығы мен технологиялық ерекшеліктеріне байланысты өрт дәрежесі, жарылыс қаупі бойынша үш санатқа бөлінеді.

Сағаттық орташа жылдық найзағай қызметі арнайы карта бойынша немесе жергілікті метеорологиялық станцияның деректері негізінде шешіледі.

Адамдар мен жануарлардың қауіпсіздігіне кепілдік беру үшін жерге тұйықтағыштарды жолдың жүру бөліктерінен 5 және одан да көп метр қашықтықта, сирек баратын жерлерде орналастырады.

3.2 Есептеу бөлімі

3.2.1 Санитарлық-қорғаныс аймағының шекараларын және құрылыстын шектеу аймағын есептеу. Есептеу жұмысы әдістемелік нұсқаулық [6] бойынша жасалды.Ericsson компаниясының көп деңгейлі Mini Link TN базалық станциясын жабдықтауға арналған СҚА және ҚША есептеу үшін бастапқы деректер 3.4 - кестеде келтірілген. 3.2 суретте қабылдағыш көрсетілген.

3.2 сурет - Mini Link Ericsson

Есептеу жұмысы әдістемелік нұсқаулық бойынша жасалды.Ericsson компаниясының көп деңгейлі Mini Link TN базалық станциясын жабдықтауға арналған СҚА және ҚША есептеу үшін бастапқы деректер 3.4 - кестеде келтірілген. 3.2 суретте қабылдағыш көрсетілген.

3.4 кесте - «Mini Link» TN бастапқы мәліметтері

Таратушы антеннаның түрі	Секторлық
Жұмыс жиілігінің диапазоны	6 – 300ГГц
Эквивалентті Изотропты сәлеленетун қуат (ЭИСҚ)	63,7 дБм
Антенаның күшею кожффиценті	18дБм
АБАДН	секторлық
Антенаның жер бетінен қашықтығы	30 м
Бағыт диаграммасынын ені: Көлденең жазықтықта Тік жазықтықта	 60° $2,5^{o}$

СҚА және ҚША шекаралары ЭМӨ белгілі бөлінуі бойынша санитарлық нормаларға негізделе болады.

ЭМӨ электр құраушысын қуат ағынының тығыздығына (ҚАТ) қайта есептеу 3.1-формула бойынша жүргізіледі:

$$ҚАТ = \frac{E^2}{3.77(мкВТ/см^2)}, \quad (3.1)$$

мұндағы, Е(В/.) - 3.2 формуласы бойынша анықталатын ЭМӨ кернеулігінің электрлік құраушысы:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot P \cdot G \cdot П_{афт}}}{R} \cdot K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi). \quad (3.2)$$

P-антенна-фидер жолының шығу қуаты, Вт;

G-ең жоғары сәулелену бағытында анықталатын изотропты сәуле шығарғышқа қатысты антеннаны күшейту коэффициенті;

$П_{афт}$-антенна-фидерлік трактідегі шығын коэффициенті $П_{афт} = \frac{l}{\alpha \cdot l}$;

R- антеннаның геометриялық орталығынан бақылау нүктесіне дейінгі қашықтық м;

$F(\alpha)$- Көлденең жазықтықтағы бағыттылықтың нормаланған диаграммасы;

$F(\varphi)$- Тік жазықтықтағы бағыттылықтың нормаланған диаграммасы;

$K_ф$- Қалалық құрылыс жағдайында шағылыстыратын беттердің әсерін ескеретін әлсіреуді көбейткіш($K_ф = 0{,}15 \ldots 0{,}4$;)өйткені радиомодульдер биік мұнарада орналасқан $K_ф = 0{,}3$)\endash бастапқы деректерге сәйкес параметрлер Р және афт баламалы изотропты-сәулеленетін қуатпен (ЭИСҚ) орнатылады. Осылайша, 3.2 формуласы 3.3 түрін қабылдайды:

$$E = \frac{\sqrt{30 \cdot G \cdot ЭИСҚ}}{R} \cdot K_ф FF. \quad (3.3)$$

ЭМӨ ҚАТ үшін формулаға ЭМӨ БС электр құраушысына арналған формуланы қойып, 3.4 өрнегін алуға болады:

$$ҚАТ = \frac{30 \cdot G \cdot ЭИСҚ}{3{,}77 \cdot R^2} \cdot \left[K_ф \cdot F(\alpha) \cdot F(\varphi)\right]^2. \quad (3.4)$$

F(α)= 1 кезінде БН көлденең жазықтығында ҚАТ бөлу қарастырылады.

F(φ)= 1 кезінде БН тік жазықтығында ҚАТ бөлу қарастырылады.

Үшін ЭМӨ ПП ең жоғарғы рұқсат етілген деңгейі (ДБП)берілген диапазон 10 мкВт / см2 құрайды, осылайша (3.5) формуладан осы деңгей асып кететін ең жоғары ДН қашықтығын анықтаймыз:

$$R = \frac{\sqrt{30 \cdot G \cdot ЭИСҚ}}{3{,}77У} K_ф FF, \quad (3.5)$$

мұндағы, У - осы диапазон үшін ЭМӨ шекті рұқсат етілген деңгейі (10 мкВт/см2).

Өз мәндеріңізді қойып, кіру нүктелері кластері үшін ең жоғары БН қашықтықты аламыз:

$$R = \frac{30 \cdot 18 \cdot 63.7}{3.77 \cdot 10} \cdot 0.3 \cdot 60 \cdot 2.5 = 41058.$$

Е-ні 3.3 формулага шыққан мәндерін қойып, есептейік:

$$E = \frac{34398}{41058} \cdot 45 = 37.7.$$

ЭМӨ-ні есептеу:

$$ЭМ\Theta = \frac{37{,}7^2}{3.77(мкВТ/см^2)} = 20.$$

Есептеу нәтижесінде "Mini Link" базалық станциясының кластері үшін құрылысты шектеу аймағының шекарасы шекті рұқсат етілген деңгей бойынша (10квт/см2) БН максимум бағытында R=25,3 құрайды, ЭМӨ=20.

3.2.2 Найзағайдан қорғауды есептеу және өңдеу.Қарастырылып отырған ғимараттағы найзағай өткізгіштің есептеу бөлімі әдістемелік нұсқауық бойынша жасалынған [18].

Антенналардың найзағайдан қорғауын және BSC базалық станцияларының ғимаратын пысықтау.

BSC ғимаратында орнатылған антеннаны қорғау керек. Антеннасы бар ғимараттың жиынтық биіктігі – 18 метр (h), ені – 15 м (S), ұзындығы – 20 м (L).

BSC ғимаратында компьютерлер мен тұрақты және айнымалы кернеудің электр қорегі орнатылған. Найзағайдан қорғау аймағын анықтаймыз:

$$N = (S + 6h)\,(L + 6h)10 - 6, \tag{3.5}$$

$$N = (15 + 150)\,(20 + 150)10 - 6 = 0.028.$$

Бұл жерде электр және электрмагниттік индукция және жер асты металл коммуникациялары арқылы жоғары потенциалдар енуінен қорғауды талап етеді.

Антеннаны және жабдықты найзағайдан қорғайтын құрылғыны бүкіл ғимараттың қолданыстағы найзағайдан қорғау жүйесіне және BSC жабдықтарына тіректері бар биіктігі 150 м-ден аспайтын бір қималы найзағайдың көмегімен қосуға болады.

Есептейміз түрі жайтартқыштардың габариттері және аймақты қорғау.

Найзағайдың түрі - тіректері бар биіктігі 150 м кем жеке тросты найзағайдан қорғау.

Жер үстіндегі h0 қорғау аймағының биіктігін анықтаймыз:

$$h0 = 0{,}92, \tag{3.6}$$

$$h = 0{,}92 \cdot 25 = 23м.$$

Жер деңгейінде r0 қорғау аймағының шеткі аймағының радиусы:

$$r0 = 1{,}7 \cdot h, \tag{3.7}$$

$$r0 = 1{,}7 \cdot 25 = 42{,}5 \text{ м.}$$

Жер деңгейіндегі S1 тіректері арасындағы учаскедегі қорғау аймағының ені:

$$S1 = 2r0 = 83.$$

Жер үстінен hx биіктігінде rx қорғау аймағының шеткі аудандарының радиусын анықтаймыз:

$$Rx = 1{,}7\left(37 - \frac{h-h_x}{0{,}96}\right), \tag{3.8}$$

$$Rx = 1{,}7(37 - \frac{25}{0{,}96}).$$

Жер үстіндегі hx биіктіктегі S2 тіректері арасындағы учаскедегі қорғау аймағының ені:

$$S2 = 2Rx = 33.4\text{м.}$$

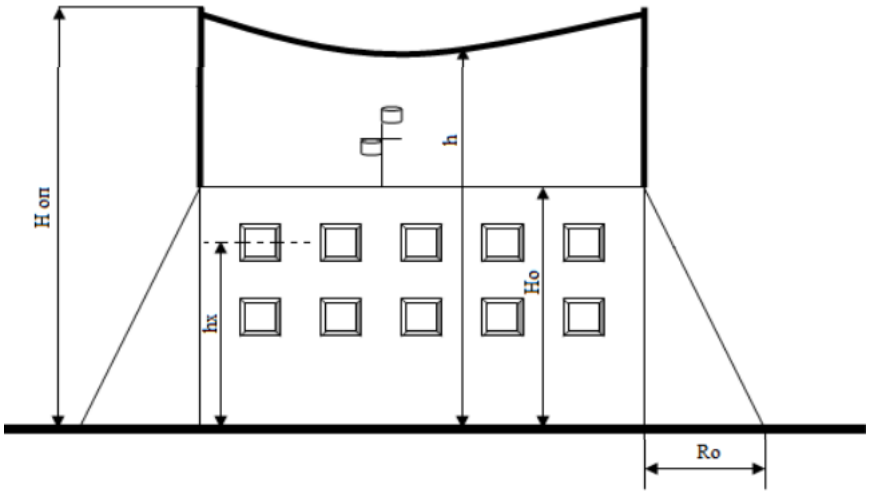
Найзағайдан қорғау аймағы-ғимарат ішінде арнайы сенімділік дәрежесі бар найзағайдың тікелей соққысынан қорғалған кеңістіктің бір бөлігі. Сенімділік дәрежесі бойынша ең аз және тұрақты қорғаныс аймағының беті болады; аймақтың ішіне қарай сенімділік артады. Б типті қорғау аймағы 95% және одан жоғары сенімділік дәрежесін пайдаланады. Бір тросты найзағайдың биіктігі формуламен шешіледі:

$$H = \frac{R+1{,}85x}{1{,}7}, \tag{3.9}$$

$$H = \frac{16{,}7 \cdot 1{,}85 \cdot 25}{17} = 37 \text{ м.}$$

Найзағай қабылдағыш ретінде болат көп сымды қолданамызмырышталған трос, қимасы = 35 кВ. мм және қимасы 7 мм.

Жерлендіргіштердің электродтары-қимасы 10 мм болат. 3.3 суретте найзағыш таратқыш бейнеленген.



3.3 сурет - Найзағайтартқыштыорнатусұлбасы

Осылайша, алынған нәтижеден қорытынды шығаруға болады,найзағайдан қорғаудың қалыпты жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін не қажет 4.3суретте ұсынылған күй жағдайын тұрақты тексеру қажетпайдалану процесінде найзағайдан қорғау құрылғылары.

Қорытынды

Осы Өміртіршілік қауіпсіздік бөлімінде мен базалық станцияның және ЭМӨ адам ағзасына қауіптілігі қарастырдым. Сонымен қатар есептік бөлімінде провайдерлардың жұмыс бөлмесіндегі жарықтандыру мәселесін , табеғи және жасанды жарықтандыруды қарастырдым. Соңғы есептеуде Базалық Станцияны найзағайдан қорғау жұмысын есептеп сұлба ретінде көрсеттім.

4 Бизнес жоспар

Тапсырманы шешу үшін біз 5G технологиясын пайдаланып зияткерлік сымсыз желіні ұйымдастырамыз.Базада біз бар Tele2 желісін Талдықорған қаласына көшіреміз, сондай-ақ аумақты бесінші ұрпақ желісімен қамту үшін 4G-дан 5G-ға дейінгі қолданыстағы алаңдарды жаңғыртамыз. Бұдан басқа, жобаның экономикалық орындылығы үшін тиісті есептеулер жүргізу қажет.

Ұялы байланыс желісі пайда болған сәттен бастап бүгінгі күнге дейін ұзақ даму жолынан өтті, пайдаланушылық құрылғылардың жаңа түрлері - смартфондар мен планшеттер пайда болды. Бүгін мобильді технологияларды ашатын мүмкіндіктер коммуникацияның, деректер алмасудың және бизнес-модельдердің жаңа тәсілдерін жасай отырып, дауыстық қызметтер шеңберінен шығып кетті. Құрылғылардың таралуы бүкіл әлем бойынша желілерде трафиктің экспоненциалды өсуіне әкелді.

Алайда бұл төңкерістің басы ғана, оған қоғамды біріктіретін технологиялардың белсенді дамуы ықпал етеді. С ұтқыр желілерінің дамуы олардың құрылғылар мен қызметтердің жаңа түрлеріне бейімделуі -

зияткерлік электр есептегіштерден, автомобильдерден және қосылған тұрмыстық аспаптардан өнеркәсіптік объектілерге дейін - олар жаңа және әр түрлі талаптар ұсынылады. Осыған байланысты" Барлығына арналған бір технология " тәсілі бизнестің, қоғамның және жеке пайдаланушылардың әртүрлі қажеттілігінің өсіп келе жатқан санын қанағаттандыруда тиімді болуы екіталай. Технологиялар өнімділікті арттыру бағытында дами бередімен мүмкіндіктерін кеңейту. Қолданыстағы радиоға қол жеткізу технологияларына қосымша жаңа технологиялар (беймәлім) пайда болады, олар 3G / 4G көмегімен шешілмейтін проблемаларды шешеді.

Қолданыстағы және жаңа технологиялардың ашық интеграциясы пайдаланушылық тәжірибенің сапасын арттыруға және бірқатар жаңа сервистердің пайда болуына ықпал ететін болады. Бұл дамудың ұзақ мерзімді перспективасында біз 5G деп атаймыз, яғни радиоға қатынаудың органикалық интеграцияланған технологиялары жиынтығы пайда болады. LTE-бұл ұялы байланыс технологияларын дамытудағы эволюциялық қадам, сондай-ақ 2020 жылдан кейінгі жер шарының көптеген бұрыштарында басым технология. Сондықтан әңгіме қолданыстағы технологияларды 5G-ға ауыстыру туралы емес, оларды әзірлеу және нақты сценарийлер мен нақты мақсаттарға есептелген жаңа радиобайланыс технологияларымен толықтыру туралы болып отыр.

Қосылған құрылғылар саны тез өсуде. Жалпы тенденция, сайып келгенде, желіге қосылудан, бағдаршамдардан, тұрмыстық техникадан автомобильдерге, медициналық жабдықтар мен электрмен қоректендіру жүйелеріне дейін пайда табуы мүмкін барлық нәрсе қосылады.Бұл адамдар, бизнес және қоғам үшін шексіз мүмкіндіктер ашады. 5G технологиясы шешу керек қосылыстардың бұл түрін қамтамасыз ету. Мұндай қосылыстарды қамтамасыз ету үшін қажетті тиімді және жоғары өнімді шешімдер 5G стандарты негізінде іске асырылуы мүмкін.

Соңғы бірнеше жылда мобильді трафик тұрақты өсімді көрсетті және бұл үрдіс болашақта да сақталады. Әр түрлі болжамдарға сүйене отырып, 2020 жылдан кейін жүйенің қуаты ағымдағы Трафиктен 1000 есе артық өңделетін болады деген қорытынды жасауға болады.

Бүкіл әлем бойынша желілерде 5 миллиардтан астам мобильді құрылғы жұмыс істейді, олардың көпшілігі мобильді кең жолақты қолжетімділікті қамтамасыз ететін және портативті компьютерлер мен планшеттерге біріктірілген мобильді терминал немесе құрылғылар болып табылады. Болашақта ақылды қалаларда, ақылды үйлерде және smart grid қосылған құрылғылар саны пайдаланушы құрылғылар санынан 10-100 есе асады деп күтілуде. 50 миллиард (мүмкін 500 миллиард) құрылғылардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету-оңай міндет емес. Қосылған құрылғылар санының артуымен қатар, желіге қойылатын талаптар да айтарлықтай артады.

4.1 Қаржылық жоспар

Инвестициялық шығындарды есептеу. Бесінші ұрпақтың сымсыз желісін құруға арналған күрделі салымдар.

Біз бесінші буын желісін құру үшін қажетті күрделі салымдарды есептейміз. Күрделі қаржы құрал-жабдықтардың, монтаждық жұмыстар мен Көлік қызметтерінің құнын қамтиды.

Күрделі шығындар сомасы анықталады. Осы мақсат үшін жабдықты сатып алуға сметалар жасалады. Сонымен қатар, ғимараттың, құрылыстың және т.б. құрылысының құны назарға алынады. Жобаны іске асыру үшін жалпы күрделі салымдар мына формула бойынша есептеледі):

$$К = К_0 + Км + Ктр + Кпроект. \quad (4.1)$$

мұндағы, $К_0$-жабдық сатып алуға арналған күрделі салымдар;

Км-монтаж жұмыстарына арналған күрделі салымдар (құнынан 3%жабдық);

$К_{кш}$- көлік шығындарына күрделі салымдар (2%)жабдықтың құны);

$К_{жоба}$- жобалауға арналған күрделі салымдар.

4.1 кестеде жабдық құндары көрсетілген.

4.1 кесте - БС жабдық құны

Атауы	Бағасы, тенге	Саны	Сумма, тенге
RRU блок 4-5ГГц	48 000	75	3 600 000
Антенна типіMini Link Ericsson	30 000	75	2 250 000
Өңдеублоктары негізгіжолақтар жиіліктер (Unit’s)	90 000	75	6 750 000
Джамперлер	7500	450	3 375 000
Оптикалық кабель (100м.)	31 000	225	6 975 000
Шығын материалдары	30 000	25	750 000
Қорытынды	23 700 000	-	-

$К_0$ Монтаж жұмыстарына арналған күрделі салымдар (4.2):

$$Км = 0{,}03 \cdot Ко, \quad (4.2)$$

$$Км = 0{,}03 \cdot Ко = 0{,}03 \cdot 23\,700\,000 = 711\,000 \text{ тенге.}$$

Көлік шығындары жабдық құнының 2% құрайды (Қазақстанға жабдықтарды жеткізу шығындары және кедендік төлемдер жабдық құнына енгізілген). Осыған байланысты біз (4.3):

$$Ктр = 0{,}02 \cdot К, \quad (4.3)$$

$$Ктр = 0{,}02 \cdot 23\,700\,000 = 474\,000 \text{ тенге,}$$

$$K = 23\,700\,000 + 711\,000 + 474\,000 = 24\,885\,00 \text{тенге.}$$

4.2 Пайдалану шығыстары

Қызмет көрсету және байланыс қызметтерін көрсету процесінде кәсіпорынның ресурстарын тұтынуды талап ететін іс-шаралар жүзеге асырылады. Жыл ішіндегі шығындар сомасы нақты өндірістік өзіндік құны немесе жылдық пайдалану шығыстарының шамасы болады. Операциялық шығындар (4.4) формуласы бойынша есептеледі):

$$ЭТҚОМЭАУ. \quad (4.4)$$

мұндағы, ТҚ-төлем қоры;

Ос- әлеуметтік салық(9,5 ТҚ);

М - материалдық шығындар мен қосалқы бөлшектер (қосалқы бөлшектер мен ағымдағы жөндеу шығындары күрделі салымдардан 0,5% құрайды));

Э - өндірістік қажеттіліктерге арналған электр энергиясы;

А-амортизациялық аударымдар;

Ү - үстеме шығыстар (жанама шығыстар, есепке алынбаған барлық шығындарды қамтуы мүмкін - басқару, бизнес, оқыту шығыстары, көлік шығыстары).Бұл ТҚ нан 40%Қазақстан Республикасының салық заңнамасына сәйкес 2020 жылға жиіліктерді пайдалану үшін жылына 140 АЕК мөлшерінде төлем алынады (4.5):

$$Кза.\,исп.\,част = 140 \text{ МРП}, \quad (4.5)$$

$$К\,за.\,исп.\,част = 140 \cdot 2269 = 317\,660 \text{ тенге.}$$

4.2 кесте - Қызмет көрсетуші персонал

Лауазымы	Оклад, тенге	Саны	Сумма, тенге
Бөліминженері пайдалану Желі	250 000	1	250 000
Инженер энергетикажәне климатехника	250 000	1	250 000
Қорытынды	500 000	-	-

Жалақы қоры (ҰҚЖ) базалық және қосымша жалақыдан тұрады және формула бойынша есептеледі (4.6):

$$ТҚ = ЗПосн + ЗПдоп. \quad (4.6)$$

Есептеу негізгі жалақы технико былайша:

$$ЗПосн = 500\,000 \cdot 12 = 6\,000\,000 \text{ тенге.}$$

Қосымша жалақы есептеу 10% құрайды, ол формуламен есептеледі (4.7):

$$ЗПдоп = 0.1 \cdot ЗПос, \quad (4.7)$$

$$ЗПдоп = 0.1 \cdot 6\,000\,000 = 600\,000 \text{ тенге.}$$

Осылайша, еңбекақы төлеу қоры тең болады:

$$ТҚ = 6\,000\,000 + 600\,000 = 6\,600\,000 \text{ тенге.}$$

Әлеуметтік салық зейнетақы қорына (ПФ) аударымдарды шегергенде, еңбек ақы қорының 9,5 пайызын құрайды, ҰҚЖ-ның 10% мөлшерінде және мына формула бойынша есептеледі (4.8):

$$Ос = 0.095 \cdot (ТҚ - ТҚ \cdot 0{,}1), \quad (4.8)$$

$$Ос = 0.095 \cdot (6\,600\,000 - 6\,600\,000 \cdot 0{,}1) = 564\,300 \text{тенге.}$$

Материалдық шығындар мен қосалқы бөлшектер (қосалқы бөлшектер мен ағымдағы жөндеу шығындары күрделі салымдардан 0,5% құрайды) және мынадай формула бойынша есептеледі (4.9):

$$М = К \cdot 0{,}005, \quad (4.9)$$

$$М = 24\,885\,000 \cdot 0{,}005 = 124425 \text{ тенге.}$$

Электр энергиясына кететін шығындар мына формула бойынша есептеледі (4.10):

$$Сэл = W \cdot T \cdot S, \quad (4.10)$$

мұндағы, W – ҚР басқармасымен берілген мәліметтерге сәйкес W=15 кВт құрайтын тұтынылатын қуат;

T – жұмыс сағаттарының саны;

T=8670 ч/жыл;

S – электр энергиясының киловатт-сағатының құны, S=30тг/кВт-сағ.

$$Сэл = 15 \cdot 8670 \cdot 30 = 3\,901\,500 \text{ тенге.}$$

Амортизациялық аударымдардың шамасы (А) (4.11):

$$niA\ H\ aiФа1, \quad (4.11)$$

мұндағы, Наі-негізгі өндірістік қорлардың орташа жылдық құнынан амортизациялық аударымдар нормасы, пайызбен;

Фа-негізгі қорлардың (күрделі салымдардың) орташа жылдық құны. Байланыс саласы үшін амортизациялық аударымдар нормалары жылына 25% (4.12):

$$А = К \cdot 0{,}25, \quad (4.12)$$

$$А = 23\,700\,000 \cdot 0{,}25 = 5\,925\,000 \text{ тенге.}$$

Үстеме шығыстар (4.13):

$$Y = ТҚ \cdot 0{,}40, \quad (4.13)$$

$$Y = 6\,600\,000 \cdot 0{,}40 = 2\,640\,000 \text{ тенге.}$$

Осылайша, формулаға сәйкес пайдалану шығыстары:

$$Y = 6\,600\,000 + 564300 + 124\,425 + 5\,925\,000 + 3\,901\,500 + 2\,640\,000 + 317\,600 = 14\,740\,325 \text{тенге.}$$

4.3 Негізгі қызметтен түсетін кірістерді есептеу

Абоненттік төлемнің жалпы сомасы абоненттер саны мен ай сайынғы абоненттік төлемнің көбейтіндісі ретінде анықталады.

Тарифтік кірістер Абоненттік төлем және әрбір абоненттік топтағы нөмірлер саны негізінде анықталады (4.14):

$$ДТ = \sum(P * ti), \qquad (4.14)$$

мұндағы ti -санаттың бір нөмірі үшін абоненттік төлем; Ni-әрбір абоненттік топтағы нөмірлер саны.

Жеке тұлғалардың абоненттік төлемінен алынған тарифтік табыстар.

$$ДФиз = 12 \cdot 1900 \cdot 1000 = 22\,800\,000 \text{ тенге.}$$

Заңды тұлғалардың абоненттік төлемінен түсетін тарифтік кірістер.

$$ДЮр = 12 \cdot 1500 \cdot 500 = 9\,000\,000 \text{ тенге.}$$

Абоненттердің барлық санаттарынан түскен кірістер:

$$ДТ = ДФиз + ДЮр = 31\,800\,000 \text{ тенге.}$$

4.4 Экономикалық тиімділікті есептеу

Экономикалық тиімділікті бағалау абсолютті экономикалық тиімділік коэффициенті және жобаның өтелу мерзімі негізінде жүргізіледі.

Күрделі салымдардың жалпы экономикалық тиімділігінің коэффициенті (4.15):

$$Еа = (К - Э)/К = П/К. \qquad (4.15)$$

мұндағы, К – негізгі қызметтен түскен кірістер; К – күрделі шығындар; Э-пайдалану шығыстары;

$$Еа = (31\,800\,000 - 20\,161\,925)/\ 24\,885\,000 = 0{,}4676743.$$

Күрделі салымдардың өтелу мерзімі-қаражаттың қайтарылу кезеңі жалпы (абсолютті) тиімділіктің кері коэффициентінің көрсеткіші болып табылады (4.16):

$$T = 1/E. \quad (4.16)$$

мұндағы, Е-абсолютті экономикалық тиімділік;
Т-күрделі салымдардың өтелу мерзімі.

$$T = 1/0{,}4676743 = 2{,}13 \text{ ж.}$$

4.5 Инвестициялық жобалардың экономикалық тиімділігін бағалау кезінде уақыт факторын есепке алу

Жобаның негіздемесіне жүргізілген есептеулер үшін негіз қазіргі уақытта жүзеге асырылуы қажет шығындарды салыстыру болып табылады. Осыған орай, бүгінгі қанша инвестиция ертең өтелетінін нақты елестетуге болады.

Осы мақсат үшін:
- таза келтірілген құн;
- инвестициялардың өтелу коэффициенті; - пайданың ішкі нормасы;
- дисконтталған өтелу мерзімі; таза пайданы есептеу (4.17).

$$\text{ЧП} = (\text{Д} - \text{Э}) \cdot 20\%, \quad (4.17)$$

$$\text{ЧП} = (31\,800\,000 - 14\,740\,325) \cdot 20\% = 3\,411\,935 \text{ тенге.}$$

$$PV = \text{ЧП} + \text{А}, \quad (4.18)$$

$$PV = 3\,411\,935 + 5\,925\,000 = 9\,336\,935 \text{ тенге.}$$

Дисконтталған табыстың жалпы шамасын есептейміз (4.19):

$$PV * \varphi t, \quad (4.19)$$

$$PV * \varphi 1 = 9\,336\,935 \cdot 0{,}833 = 7\,777\,666,$$

$$PV * \varphi 2 = 9\,336\,935 \cdot 0{,}694 = 6\,479\,832,$$

$$PV * \varphi 3 = 9\,336\,935 \cdot 0{,}578 = 5\,396\,748,$$

$$PV * \varphi 4 = 9\,336\,935 \cdot 0{,}482 = 4\,500\,402,$$

$$PV * \varphi 4 = 9\,336\,935 \cdot 0{,}401 = 3\,744\,110.$$

Шығындардың ағымдағы құнын ағымдағы құнмен салыстырыңыз, олардың арасындағы айырмашылық - жобаның таза келтірілген құны (4.21):

$$NPV = \sum nt = 1\ (1 - E)PVt - K.$$

$$= 24\ 658\ 811 - 24\ 885\ 000 = -226\ 189\text{т}.$$

Мәні бойынша біз < 0 деп көріп отырмыз, ал бұл жобаның нарықтық бағадан төмен кірістілігі бар, ал жоба қазіргі уақытта аз шығындалғанын білдіреді.

Рентабельділік индексін табамыз:

$$\text{PI} = \frac{24\ 658\ 811}{24\ 885\ 000} = 0{,}909.$$

PI≈1, бұл жоба пайдалы не шығынды.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыста біз 5G-нін миллиметрлік диапазонын қарастырдық.Менің ойымша миллиметрлік диапазондағы 5G біздің өмірге ұзақ уақытта дамиды, себебі көпшіліктін қолдануына қажеті жоқ. Бірақ үлкен арақашықтыққа және компанияларға өте тиімді болады.

Миллиметрлік диапазонның ең басты артықшылығы, ол пакеттердің жіберіліп таралуы өте жылдам болады.Пакеттердің жоғалуы, ол уақыттың жоғалуы, уақыт жоғалса, ол қаражаттың жоғалуы.Ал миллиметрлік диапазонда үлкен жылдамдық арқасында кідірістер болмайды.

Жаңа желі бейнеге негізделген жаңа қызметтерді дамытуға арналған. Ең перспективалы бағыттардың бірі - жоғары анықтықтағы бейне, виртуалды және кеңейтілген шындық (AR / VR). Мысалы, стадионға сіз VR-ді қосуға болады, және ол алаңда болып жатқан барлық жағдайларды футболшы немесе қарсылас команданың қақпашысы тұрғысынан көруге мүмкіндік береді. Мұны істеу үшін жанкүйерге VR көзілдірігін киіп қойыңыз, ол кез-келген уақытта өзін жаттықтырушы ретінде сезіне алады. Қосымша датчиктер мен сымдардың қажеті жоқ, стадиондағы көптеген камералар ойынның әр сәтін асырып, 5G деректерін тікелей нүктелерге жеткізуге жеткілікті

Әдебиеттер тізімі

1 Э.Дальман, А.Фурускар, И.Ядинг. Радиоинтерфейс LTE в деталях. – Сети и Системы связи, 2008, №9.

2 Вишневский В.М., Портной С.Л., Шахнович И.В Энциклопедия WiMAX. Путьк 4G. – М.: Техносфера,2009.

3 J.G.Andrews, A.Ghosh, R.Muhamed. Fundamentals of WiMAX. – Prentice Hall,2008.

4 Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера,2005.

5 Long Term Evolution (LTE): an introduction. WhitePaper. – Ericsson, October2007. 72

6 Тихвинский В. О., Терентьев С. В., Юрчук А. Б. Сети мобильной связи LTE: технология и архитектура. – М.: Эко-Трендз,2010.

7 Бабаков В. Ю., Вознюк М. А., Михайлов П. А. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование. Учебное пособие для ВУЗов. – М: Горячая линия – Телеком,2007.

8 Вишневский В. М., Портной С. Л., Шахнович И. В. Энциклопедия WiMAX и LTE. Путь к 4G. – М.: Техносфера,2009.

9 Базылов К. Б., Алибаева С. А., Бабич А.А. Методические указания по выполнению экономического раздела выпускной работы бакалавров для студентов всех форм обучения специальности 050719 - Радиотехника, электроника и телекоммуникации - Алматы: АИЭС, -2008. 10 Аманжолова К. Б., Алибаева С. А. Экономика предприятий телекоммуникаций: Учебное пособие. - Алматы: АИЭС,2003.

10 Волков О.М. Пожарная безопасность вычислительных центров. – М.: Стройиздат,1990.

11 5G. Интернет страница свободной энциклопедии Википедия: http://ws-wiki.ru/5G 17 Статья интернет издания computerra.ru "Чего ждать от сетей пятого поколения?" автор Александр Ромов. Интернет страница: http://www.computerra.ru/89955/chego-zhdat-ot-setey-pyatogo-pokoleniya.html

12 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.

13 ҚР ҚНжЕ 4.04-10-2002. Құрылыс комитеті, Индустрия және сауда министрлігі: / Электрлік құрылғылар, Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік стандарттар: - Астана, 2003. -114 б.

14 Баклашов Н.И., Китаева Н.Ж., Терехов Б.Д. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды: – М.: Радио и связь, 2003

15СанПиН 2.1.8/2.24.1383-03 ескерту. Санитарлық ережелер мен нормалар. Радиожиілік диапазонының электромагниттік сәулеленулері (ЭМИ РЧ). Ресей Мемсанэпидқадағалау. – М., 2003.

16 ҚР ЕЖ 2.04-103-2013. Құрылыс комитеті, Индустрия және сауда министрлігі: / Ғимараттар мен имараттарды найзағайдан қорғау құрылысы, Сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы мемлекеттік стандарттар: - Астана, 2015. -100 б.

17 Т.С. Санатова, Т.Е. Хакимжанов. Охрана труда и основы безопасности жизнедеятельности. Защита от воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона. Методические указания и задания к расчетно-графической работе для студентов специалистов 5В071900 - Алматы: АИЭС, 2010 - 33 с. 0

18 Абикенова А.А., Санатова Т.С. Безопасность жизнедеятельности. Методические указания к выполнению раздела «Пожарная профилактика» в выпускных работах для всех специальностей. Бакалавриат - Алматы: АИЭС, 2009. - 32 с.