

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**  
**Коммерциялық емес акционерлік қоғамы**  
**Гумарбек Даукеев атындағы**  
**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ**

Кафедра «Телекоммуникациялық желілер және жүйелер»

Мамандық : 6М071900 «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ  
Кафедра меңгерушісі  
PhD, доцент Темырканова Э.К.  
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

\_\_\_\_\_  
(қолы)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

**МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ**  
**түсіндірме жазба**

тақырыбы: «Ұялы байланысты қолдану кезіндегі электро магниттік өріс әсерінен қорғану амалдарын талдау.»

Магистрант: Кадирбаева Г.К. \_\_\_\_\_ группа МРЭТн 18-1  
(аты-жөні) (қолы)

Жетекшісі: т.ғ.к., профессор \_\_\_\_\_ Чежимбаева К.С.  
(ғылыми атағы, атағы) (қолы) (аты-жөні)

Пікіржазушы \_\_\_\_\_  
(ғылыми атағы, атағы) (қолы) (аты-жөні)

ЕТ қолдану кеңесшісі т.ғ.к., профессор \_\_\_\_\_ Чежимбаева К.С.  
(ғылыми атағы, атағы) (қолы) (аты-жөні)

Нормоконтроль: т.ғ.к., профессор \_\_\_\_\_ Чежимбаева К.С.  
(ғылыми атағы, атағы) (қолы) (аты-жөні)

Алматы 2020

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ**  
**Коммерциялық емес акционерлік қоғамы**  
**Гумарбек Даукеев атындағы**  
**АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ БАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ**

Ғарыш инженериясы және телекоммуникациялар институты

Мамандық: 6М071900 «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»

Кафедра: «Телекоммуникациялық желілер және жүйелер»

## **Магистрлік диссертацияны орындауға арналған тапсырма**

Магистрант Кадирбаева Гулим Кумарбекқызы

(толық аты-жөні)

Диссертация тақырыбы «Ұялы байланысты қолдану кезіндегі электро магниттік өріс әсерінен қорғану амалдарын талдау»

Университеттің Ғылыми кеңесімен № 122 бұйрығымен «25» қазан 2018 жылы бекітілген

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «25» мамыр 2020 ж.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: Жаһандық ғылыми даму заманындағы телекоммуникациялық құрылғылардың адам ағзасына тигізетін әсерлерін зерттеу және талдау.

Магистрлік диссертациялық сұрақтарда немесе мәселелерде баяндалатын мәселелер тізімі Магистрлік диссертацияның қысқаша мазмұны:

Ұялы телефондардан пайда болатын электромагниттік сәулелердің адам ағзасына әсерін қарастыру және талдау.

Арнайы CST Studio Suite бағдарламасында құрылған адам бас сүйегінің моделін құру және ЭМС-дің меншікті сініру қуатын есептеу.

ПЗ-33М өлшеу құрылғысы және Гейгер түтікшесі арқылы тәжірибелер жүргізіп, электромагниттік өрістің сәулелену деңгейлерін анықтау.

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті сызбаларды нақты көрсете отырып)

3.3 сурет - Үш қабатты сфера түрінде адам басының моделі

3.5 сурет - Манекен басы үшін алынған көрсеткіштік геометриялық параметрлер

3.14 сурет - Бас моделінің беті бойынша SAR бөлу

3.17 сурет - Бастапқы сәулелену құрылымының бағытталуының

бұрыштық диаграммасы

4.3 сурет - Электромагниттік өрістердің әсер ету деңгейлерін бағалау диаграммасы

4.5. сурет - Ұялы телефондардың сәулеленуінің жұтылу дозасы диаграммасы

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

1. Семенова Н.В., Денисов А.П., Денисова О.А., Кун О.А., Кузюкова А.В. Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровье детей и подростков (обзор литературы) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 701-705;

2. Гайнутдинов Т.А., Савичева С.А. Расчет SAR штыревых антенн сотовых телефонов // Труды Московского технического университета связи и информатики. — М.: "ИД Медиа Паблишер", 2007. — С. 204.

3. Савичева С.А., Гайнутдинов Т.А. Расчет SAR спиральных антенн сотовых телефонов // Труды Московского технического университета связи и информатики. — М.: "ИД Медиа Паблишер", 2008. — Т. 2. — С. 474

4. Курушин А.А., Титов А.П. Расчет антенной системы сотового телефона в присутствии биологического тела. LVII научная сессия посвященная дню радио. 15-16 мая 2002 г., Москва. Том 2, стр.97-99.

5. Н. И. Вторникова, А. В. Бабалян, А. О. Карелин, В. А. Иванов Оценка интенсивности электромагнитного излучения мобильных телефонов, воздействующего на голову человека.

магистрлік диссертацияны дайындау

## КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Тақырыпқа сәйкес ақпараттық шолу	05.10.2018	Орындалды
2. Электромагниттік өріс түрлері мен адам ағзасына әсерлері(теориялық бөлім)	14.01.2019	Орындалды
3. ПЗ-33М өлшеу құрылғысы және Гейгер түтікшесі арқылы тәжірибелер жүргізу (зерттеу бөлімі)	02.02.2020	Орындалды
4. Арнайы CST Studio Suite бағдарламасында құрылған адам бас сүйегінің моделін құру және ЭМС-дің меншікті сіндіру қуатын есептеу (есептеу бөлімі)	18.03.2020	Орындалды
5. Электромагниттік өрістің сәулелену деңгейлерін анықтау және талдау	20.04.2020	Орындалды

Тапсырманың берілген уақыты 30 қыркүйек 2018 ж  
 Кафедра меңгерушісі \_\_\_\_\_ (Темырканова Э.К.)  
 (қолы) (аты-жөні.)

Ғылыми  
 диссертация жетекшісі \_\_\_\_\_ (Чежимбаева Қ.С.)  
 (қолы) (аты-жөні)

Тапсырма орындалуға қабылданды  
 магистрант \_\_\_\_\_ (Кадирбаева Г.К.)  
 (аты-жөні) (қолы)

## **Аңдатпа**

Бұл магистерлік диссертацияда қарастыратын мәселе ұялы телефондарды пайдалану кезіндегі электромагниттік сәулеленудің адам ағзасына тигізетін әсерін зерттеу және талдау болып табылады. Диссертацияда арнайы адам бас сүйегінің моделі қарастырылып, соған сәйкес меншікті сіңіру қуаты есептелінді. Сонымен қатар ПЗ-33М өлшеу құрылғысы және Гейгер түтікшесі арқылы тәжірибелер жүргізіліп, ЭМӨ шекті рұқсат етілген деңгейлері мен сәулеленудің дозалық жұтылуы есептелінді.

## **Аннотация**

В данной магистерской диссертации рассматривается влияния ЭМП на организм человека при использовании сотового телефона. В диссертации была рассмотрена специальная модель головы человека, согласно которой была рассчитана удельная мощность поглощения. Кроме того, проведены опыты с помощью измерительного устройства ПЗ-33М и Гейгерской трубки, рассчитаны предельно допустимые уровни ЭМП и дозовые поглощения излучения.

## **Abstract**

This master's thesis examines the effects of EMF on the human body when using a cell phone. In the dissertation, a special model of the human head was considered, according to which the specific absorption power was calculated. In addition, experiments were conducted using a P3-33M measuring device and a Geiger tube, and the maximum permissible levels of EMF and dose absorption of radiation were calculated.

## Мазмұны

Кіріспе.....	6
1 Электромагниттік өріс түсінігі.....	8
1.1 Электромагниттік сәулелену.....	8
1.2 Электромагниттік сәулелену көздері.....	9
1.3 Электромагниттік сәулелер мен адамның өзара әрекеттесуінің биофизикасы.....	13
1.4 Ұялы байланысты пайдалану кезіндегі электромагниттік сәулелер.....	19
2 Ұялы телефон - қауіпті сәулелену көзі.....	23
2.1 Ұялы телефон антенналары сәуле шығарғыш ретінде.....	23
2.2 Ұялы телефон антенналары электрлік компонент ретінде.....	26
2.3 Ұялы телефон антенналарының түрлері.....	28
3 ЭМС есептейтін арнайы халықаралық стандарттар.....	31
3.1 Халықаралық байланыс стандарттары.....	31
3.2 ҚР – дағы стандарттау негіздері.....	33
3.3 ICNIRP – халықаралық сәулеленуден қорғану ұйымы.....	34
3.4 Электромагниттік өріс әсерін арнайы адам денесінің моделінде сипаттау және SAR есептеу.....	37
4 Зерттеу бөлімі.....	56
4.1 ПЗ-33М өлшеуіші.....	58
4.2 Тәжірибеден алынған ЭМӨ әсерінің нәтижелерін есептеу.....	62
4.3 Гейгер есептегіші.....	66
4.4 Матрицалық визуализациялау әдісі.....	70
Қорытынды.....	74
Қысқартулар тізбесі.....	75
Әдебиеттер тізімі.....	76
А қосымшасы Гейгер түтікшесі арқылы жасалған тәжірибе нәтижелері.....	78

## Кіріспе

Ғылыми – техникалық төңкерістің басталуымен адамдар өміріне жаңа өнертабыстар енгізілді: компьютерлер, спутниктік байланыс. радиотелефондар. Бұл электромагниттік сәулелену көздерінің санын арттырды – радиорелелік және радиолокациялық станциялар, телевизиялық мұнаралар пайда болды. Адам ағзасына электромагниттік толқындардың әсерін жиі қызықтыра бастады. 40 – 70 ГГц жиіліктегі электромагниттік сәуле адам үшін үлкен қауіп төндіреді, өйткені толқын ұзындығы адам жасушаларының өлшемімен өлшенеді.

21 ғасырдың басында спутниктермен Байланыс ең жоғары жиіліктегі – 11 ГГц болды. Бірақ жер бетіне берілетін сигналдың қуаты үлкен болғанына қарамастан, микроватталар ғана жетті. 2009 жылы ұялы байланыс операторлары базалық станциялар арасындағы байланыс жиілігін 25 ГГц-ке дейін көтерді. Бұл сапалы ұялы байланысты қамтамасыз етті және берілетін деректердің санын арттырды. Электромагниттік сәулеленудің адам ағзасына әсері 40 – 70 ГГц жиіліктерінде күрт өсті.

Электромагниттік құрылғылар өте кең қолданылды және тұрмыста қолданылады. Біраз уақыт өткен соң, ғылыми – техникалық революция басталғаннан кейін, адамдар электромагниттік толқындардың адам ағзасына әсері туралы мәселені толқытты. Тоқ өткізетін және розеткаға қосылатын барлық аспаптар-бұл адам ағзасына зиянды әсер ететін электромагниттік сәулелену көздері. Бүгінгі күні мұндай құрылғылар саны айтарлықтай артты. Іс жүзінде барлығында Теледидарлар, компьютерлер, телефондар, қысқа толқынды пештер бар – бір жағынан – біздің өмірімізді жеңілдететін, бірақ екінші жағынан – адам ағзасына теріс әсер ететін.

Қазіргі адам электромагниттік өрістердің (ЭМӨ) әсерінен жиі болады: жұмыста – 10 – 70 ГГц жиіліктерінде компьютерлер сізді сәулелендіреді, үйде – ЭМӨ жасайтын сол компьютерлер мен Тұрмыстық техника ағзаға жақсы әсер етпейді. Электромагниттік толқындар затпен өзара әрекеттескен кезде жылуға айналады. Жылудың түрленуі-тірі тіршілік үшін маңызды жағдайлардың бірі, бірақ аз мөлшерде. Ағзаға жағымсыз әсер 10 Вт/см-ден жоғары қуатты кез келген жиіліктермен толқындар бар. Әртүрлі құрылымдық деңгейлерде (молекуладан жасушаға дейін) электромагниттік толқындарға әртүрлі реакциялар болуы мүмкін.

Тірі организммен электромагниттік толқынның өзара әрекеттесуі анықталады:

– сәуленің өзіндік ерекшеліктері-толқынның жиілігі немесе ұзындығы, таралу фазалық жылдамдығы, толқынның поляризациясы және т. б.;

– осы биологиялық объектінің физикалық қасиеттері толқын – диэлектрлік өткізгіштігі, электр өткізгіштігі, толқындардың ену тереңдігі және т. б. таралатын орта ретінде.

Электромагниттік толқындар ауаны оң зарядпен қанықтырады, бұл адам үшін зиянды. Сондықтан бөлмені жиі желдету қажет.

Биологиялық реакцияға ЭМӨ мынадай параметрлері әсер етеді:

- ЭМӨ қарқындылығы;
- сәулелену жиілігі;
- сәулелендіру ұзақтығы;
- электромагниттік өріс жиілігінің үйлесімі;
- әрекет мерзімділігі.

Бұл параметрлердің үйлесімі балалар мен жүкті әйелдер, сондай – ақ жүрек-қан тамыр жүйесі, орталық жүйке және гормоналды жүйе аурулары бар адамдар, иммунитеті әлсіз адамдар, аллергиялықтер үшін қауіпті болуы мүмкін. Сәуле шығару аймағында ұзақ уақыт өткізетін адамдар жиі тітіркенгіштікке, тез шаршағандыққа, ойлау процестерінің әлсіреуіне, ұйқының бұзылуына шағымданады. Ағзаға жиі әсер ету қатерлі ісік ауруларына және жүйке және жүрек – қантамыр жүйесінің бұзылуына әкелуі мүмкін.

Ұялы телефонмен жұмыс істеу кезінде ең алдымен ми, вестибулярлық, көру және есту анализаторларының перифериялық рецепторлары сәулеленуге ұшырайды. 450-900 МГц жиіліктегі ұялы телефондарды пайдалану кезінде толқын ұзындығы адам басының сызықтық өлшемінен елеусіз асып түседі. Бұл жағдайда сәулелену біркелкі жұтылмайды және ыстық нүктелер, әсіресе бас ортасында пайда болуы мүмкін. Шекті рұқсат етілген сәулелену дозаларының ұзақ әсері мидың түрлі құрылымдарының биоэлектрлік белсенділігінің елеулі өзгеруіне және оның функцияларының бұзылуына (мысалы, қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді жады жай-күйі) әкелуі мүмкін.[1]

Осылайша, адам қоршаған электромагниттік өрістер оның денсаулығына елеулі қауіп төндіреді. Тәжірибе көрсетіп отырғандай, әр түрлі ыңғайлылық үшін өз денсаулығымен төлеу керек. Электромагниттік өрістерді сәулелендіретін түрлі құрылғыларды барынша сирек қолдануға тырысу керек.

# 1 Электромагниттік өріс түсінігі

## 1.1 Электромагниттік сәулелену

Электромагниттік өріс — бұл материяның ерекше түрі, ол арқылы электр зарядталған бөлшектер арасындағы өзара әрекеттесу жүзеге асырылады. Бұл анықтамаға сүйене отырып, бастапқы болып табылатыны түсініксіз-зарядталған бөлшектердің болуы немесе өрістің болуы. Электромагниттік өрістің болуына байланысты бөлшектер заряд алуы мүмкін. Сондай-ақ тауық пен жұмыртқамен бірге. Оның мәні-зарядталған бөлшектер мен электромагниттік өріс бір-бірінен ажырамайтын және бір-бірінен ажырамайтын. Сондықтан анықтама бізге электромагниттік өріс құбылысының мәнін түсінуге мүмкіндік бермейді және бұл материяның ерекше түрі екенін есте сақтау керек жалғыз нәрсе! Электромагниттік өріс (ЭМӨ) - бұл барлық нүктелерде екі векторлық шамалармен анықталған, ол электр өрісі мен магнит өрісі деп аталатын екі жағын сипаттайтын және зарядталған бөлшектерге олардың жылдамдығы мен зарядына байланысты күш әсер ететін материяның түрі. Электромагниттік сәулелер соңғы жылдамдықпен кең тараған өзара байланысты және бір-бірімен алмаспайтын айнымалы электр және магнит өрістері болып табылады. Олар дуальды табиғатқа ие және толқынды және кванттық қасиеттерге ие. Электромагниттік сәулеленудің әрбір түріне белгілі бір жиілік және, сәйкесінше, электромагниттік толқын ұзындығы сәйкес келеді. Әр түрлі жиілік диапазонындағы тоқтар бір типті электромагнитті табиғаты бар сәулелену ауасында пайда болады; сәулеленудің осы түрлері арасындағы айырмашылық – толқын ұзындығы мен тербеліс жиілігі, яғни электромагнитті өрісті құрайтын кванттың энергия шамасы. Электр зарядының тербелісі кезінде пайда болатын электромагниттік толқындар радиотолқындар деп аталады. 1.1 кестеде толқын ұзындығы мен жиілігіне байланысты электромагниттік сәулеленудің халықаралық жіктелуі келтірілген. Өнеркәсіптік жиіліктегі электромагнитті сәулелер, сондай-ақ жиіліктердің аса төменгі диапазонындағы (50-60 Гц) сәулеленудің жеке түрі болып табылатынын атап өту қажет. [2]

1.1 кесте – Электромагниттік сәулеленудің классификациясы

Р/н	Радио жиіліктердің диапазоны	Жиілік шекаралары	Радио толқындар диапазоны	Толқындық шекаралары
-	Инфрарыбысты (ИЗЧ)	3 Гц дейін	-	105 км аса
1	Аса төмен (КНЧ)	3 – 30 Гц	Декамегаметрлі	105 – 104 км
2	Асқын төмен (СНЧ)	30 – 300 Гц	Мегаметрлі	104 – 103 км
3	Инфратөмен (ИНЧ)	0,3 – 3 кГц	Гектокилометрлі	103 – 100 км
4	Өте төмен (ОНЧ)	3 – 30 кГц	Мериаметрлі	100 – 10 км



5	Төмен (НЧ)	30 – 300 кГц	Километрлі	10 – 1 км
6	Орташа (СЧ)	0,3 – 3 МГц	Гектометрлі	1 – 0,1 км

### 1.1 – кестенің жалғасы

Р/н	Радио жиіліктердің диапазоны	Жиілік шекаралары	Радио толқындар диапазоны	Толқындық шекаралары
7	Жоғары (ВЧ)	3 – 30 МГц	Декаметрлі	100 – 10 м
8	Өте жоғары (ОВЧ)	30 – 300 МГц	Метрлі	10 – 1 м
9	Ультражоғары (УВЧ)	0,3 – 3 ГГц	Дециметрлі	1 – 0,1 м
10	Асқын жоғары (СВЧ)	3 – 30 ГГц	Сантиметрлі	10 – 1 см
11	Аса жоғары (КВЧ)	30 – 300 ГГц	Миллиметрлі	10 – 1 мм
12	Гипержоғары (ГВЧ)	300 – 3000 ГГц	Децимиллиметрлі	1 – 0,1 мм

## 1.2 Электромагниттік сәулелену көздері

Электромагниттік сәулеленудің барлық көздері шығу тегі бойынша табиғи және антропогендік (техногендік) көздерге бөлінеді.

Табиғи электромагниттік сәулелену көздері

Шығу тегі бойынша ЭМӨ табиғи көздері екі топқа бөлінеді:

- 1) Жер өрісі: тұрақты электр және негізгі геомагниттік өріс;
- 2) Жер атмосферасында болатын кейбір процестер кезінде (мысалы, найзағай разрядтары), жердің ионосферасында тербеліс қозғалғанда ғарыш көздерімен генерацияланатын радиотолқындар (күн, Галактика және т. б.).

Табиғи электромагниттік өрістердің бірінші тобы. Арнайы электр зондтарының көмегімен өлшеулер теріс зарядты және уақыт бойынша айнымалы кернеулігі бар жерде электр өрісінің болуын көрсетті. Жер бетіндегі өрістің орташа кернеулігі экспоненциалды заң бойынша биіктіктен кеміп, 130 В/см құрайды. Жылдық өзгерістер барлық жер шарының сипатына ұқсас: ең көбі қаңтар – ақпанда (150-250 В/м дейін) және ең азы маусым – шілдеде (100-120 В/м). Адам өсуінің орташа мәніне тең қашықтықта орналасқан нүктелер арасында потенциалдар айырмасы шамамен 200 В тең болады. Әр өткізгіш сияқты адамның денесі электр өрісін қатты бұрмалайды. Өрістің эквипотенциалды беті адам денесінің бетін олар металл затты өледі және адам денесінің барлық нүктелері бірдей әлеуетке ие.

Табиғи электромагниттік өрістердің екінші тобы жиіліктердің кең ауқымының болуымен сипатталады. Жиілік спектрі жүздеген герц дан он мегагерц дейін диапазонда созылып жатыр. Олардың максимум қарқындылығы 10 кГц шегінде.

Ғарыш радио көздерінен сәулеленудің салыстырмалы төмен деңгейіне және Жер атмосферасындағы көздердің әсерінің кездейсоқ, тұрақты емес сипатына байланысты осы табиғи электромагниттік өрістердің биообъектілеріне әсері елеусіз [2].

Күн мен галактиканың радиосәулелену спектрі 10 МГц-тен 10 ГГц-ке дейін (көрінетін, ультракүлгін, инфрақызыл сәулелену) аймақты алады. Күн сәулесінің қарқындылығы 10-10 – 10-8 Вт/м құрайды. Галактиканың радиосәулелену спектрі мен қарқындылығы күн спектрі мен қарқындылығына жақын. Электрмагниттік сәулеленудің табиғи көздерінің негізгі сипаттамалары 1.2 - кестеде келтірілген .

1.2 кесте – Электрмагниттік сәулеленудің табиғи көздерінің негізгі сипаттамалары

Жердің тұрақты өрісі		Радиотолқындар	
Электр өрісі	Геомагнитті өріс		
		тұрақты	айнымалы
Негізгі параметрлер: 1. Кернеулік 100-250 В/м 2. Жердің толық зарядталуы – шамамен 600 кКл 3. Жер беті мен атмосфераның беткі қабатының арасындағы потенциалдар айырмашылығы – 400 кВ 4. Жер мен атмосфера арасындағы толық разрядты жиынтықты тоқ – 1800 А.	99% астам Жердің геомагнитті өрісі 1. Кернеулік 100-250 В/м 2. Жердің толық зарядталуы – шамамен 600 кКл 3. Магниттік индукция 35 – 65 мкТл	1% астам Жердің геомагнитті өрісі	1. Ғарыш көздерімен генерацияланатын радиотолқындар (интенсивтілігі $10^{-19} - 10^{-1}$ Вт/м) 2. Магниттік дауылдар (магниттік индукция 200–1000 нТл) 3. Жер ионосферасында тербеліс қозғалғанда сәулелену

Табиғи электромагнитті сәулелер оның көпшілігінде жердегі тірі организмдердің тіршілік әрекетінің негізгі құрамдас бөлігі болып табылады (магниттік дауылдан басқа). Алайда, антропогендік шығу тегі электромагниттік сәулеленудің жоғары деңгейі бар электромагниттік өмір сүру ортасы адамның өмір сүруіне және биоэкожүйелерге қатысты электромагниттік кедергілердің көзі ретінде көрінеді. Осыған байланысты тірі табиғат пен техникалық құралдардың өзара іс – қимылының өте күрделі жүйесі ретінде биоэлектромагнитті үйлесімділік проблемасы туындайды-түрлі жиілік диапазонындағы электромагнитті сәулелену көздері.

1.2.1 Электромагниттік сәулеленудің антропогендік көздері.

Халықаралық жіктемеге сәйкес электромагниттік өрістің антропогендік (техногендік) көздері екі топқа бөлінеді: 1-ші топ – 0 Гц-тен 3 кГц – ке дейінгі өте төмен және аса төмен жиіліктерді генерациялайтын; 2-ші топ-300 ГГц-ке дейінгі диапазондағы микротолқынды (АЖЖ-сәулеленуді) қоса алғанда, 3

кГц-тен 300 ГГц-ке дейінгі радиожілік диапазонындағы генерациялайтын сәулелену.

Бірінші топқа, бірінші кезекте, электр энергиясын өндірудің, берудің және бөлудің барлық жүйелері (электр беру желілері, трансформаторлық қосалқы станциялар, электр станциялары, электр өткізгіш жүйелері, әртүрлі кабельдік жүйелер және т.б.); әртүрлі өнеркәсіптік технологиялық қондырғылар, тұрмыстық және кеңселік электр және электрондық техника және т. б.; электрлендірілген темір жолдар, метро, троллейбустар, трамвайлар жатады.

Көздердің екінші тобы тағайындалуы бойынша да, сәулелену режимдері бойынша да алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Негізгі массаны функционалдық таратқыштар құрайды – бұл ақпаратты беру немесе алу тізбектеріндегі ЭМӨ көздері, оны қоршаған ортаға бақыланатын түрде шығаратын, шартты жіктеу 1.3-кестеде келтірілген. Мұнда СВЧ излучение, ауыспалы (50 Гц – 1 МГц) және импульстік магнит өрістерін пайдаланатын әртүрлі технологиялық жабдықты жатқызуға болады; медициналық терапевтік және диагностикалық қондырғылар (20 МГц-3 ГГц), тұрмыстық жабдықтар (АЖЖ-пештер), электронды-сәулелі түтіктердегі ақпаратты визуалды бейнелеу құралдары (ДК мониторлары, бейнедисплей терминалдары, теледидарлар және т. б.), Офистік техника және т. б. [3]

1.3 кесте – Байланыс құралдарының функционалды жіктелуі

Коммерциялық таратқыштар	Радиотелефондар	Бағытталған радиобайланыс	Радионавигация	Радиолокаторлар
Радио АМ Радио ЖМ Теледидар ЖЖ Теледидар УҚТ	Автомобильді Әуесқой Өндірістік Радио	Спутниктік Жер үстінде релейлі станциялар	Спутниктер Авиация Кеме қатынасы Көлік	Әуе қауымдастығы Кеме қатынасы Көлік локаторлары

1.2.2 3 кГц-300 ГГц диапазонындағы электромагниттік өріс көздері.

Бұл жиілік диапазонында ЭМӨ антропогендік көздері әртүрлі радиоэлектрондық құралдар, технологиялық жабдықтар, сондай-ақ офистік және тұрмыстық техника болып табылады. Бұл көздердің үлгілік жіктелуі 1.8-кестеде көрсетілген. Осы топтың ЭМӨ көздерінің тән параметрлері 1.9-кестеде келтірілген.

1.4 кесте – 3 кГц - 300 ГГц диапазонындағы ЭМӨ көздерінің жіктелуі

Радиоэлектронды құрылғылар	Құрал-жабдықтар
радио және теледидар	Өнеркәсіп құрал-жабдықтары
радиобайланыс және навигация	Кеңсе техникасы
мобильді байланыс	Видеодисплейлі терминалдар

#### 1.4 кестенің жалғасы

Радиоэлектронды құрылғылар	Құрал-жабдықтар
Радиолокациялық станциялар	Радиотелефондар
Жерсеріктік жүйелер	Медициналық құрал-жабдықтар
Автоматты телефон станциялары	Күзет жүйелері

Функционалдық таратқыштар. Қазіргі уақытта Ресей аумағында ТЖ, ОЖ және ЖЖ диапазондарын тарататын радиоорталықтардың едәуір саны орналасқан. Тек байланыс министрлігіне ғана Ресей Федерациясының 100-ден астам таратушы радиоорталықтары (ТРО) тиесілі, олар үшін арнайы бөлінген аймақтарда орналасады және өте үлкен аумақты (1000 га дейін) алады. ТРО радиотаратқыштар орналасқан бір немесе бірнеше техникалық ғимараттарды және бірнеше ондаған антенна-фидерлік жүйелер (АФЖ) орналасқан антенна өрістерін қамтиды. АФЖ радиотолқындардың сәулеленуі үшін қызмет ететін антеннаны және таратқышпен генерацияланатын жоғары жиілікті энергияны жеткізетін фидерлік желіні қамтиды. Электр өрістерінің ықтимал қолайсыз әсер ету аймағын шартты түрде екі бөлікке бөлуге болады. Біріншісі-радио таратқыштардың және АФЖ жұмысын қамтамасыз ететін барлық қызметтер орналасқан. Бұл аумақ қорғалады және оған таратқыштарға, коммутаторларға және АФЖ қызмет көрсетумен кәсіби байланысты адамдар ғана жіберіледі. Аймақтың екінші бөлігі-бұл әр түрлі тұрғын үй құрылыстары орналасуы мүмкін кіру шектелмеген, ТРО-ға іргелес жатқан аумақ. Аймақтың осы бөлігінде халықтың сәулелену қауіпі туындайды.

#### 1.5 кесте – 3 кГц -300 ГГц диапазонындағы ЭМӨ көздеріне тән параметрлер

Сәулелену көзі	Сәулелену жиілігі	Сәулеленуге дейін ара қашықтық	ЭМӨ деңгейі	Қуат көзі
ТЖ станциялары	130-285 кГц	300 м	90 В/м	1,8 МВт
ОЖ станциялары	415-1606,5 кГц	50 м	450 В/м	1,8 МВт
ЖЖ станциялары	3,95-26,1 МГц	50 м	121 В/м	750 кВт
Қол радиостанциялары	27 МГц	5 см	1000 В/м аз	Бірнеше МВт
Радиотелефоны (ұялы байланыс)	20 МГц - 2 ГГц	10 см	300 В/м	-
Телевизиялық таратқыштар	47-68 МГц 174-230 МГц 470-890 МГц	1,5 км	5-20 мВт/м <sup>2</sup>	100 кВт
Радиостанциялар	87,5-108 МГц	1,5 км	50 мВт/м <sup>2</sup>	-
Күзет жүйесі	0,9-10 ГГц	жүйенің әрекет ету аймағында	2 мВт/м <sup>2</sup> кем	0,2-20 кВт

### 1.5 – кестенің жалғасы

Сәулелену көзі	Сәулелену жиілігі	Сәулеленуге дейін ара қашықтық	ЭМӨ деңгейі	Қуат көзі
Стационарлы радиолокаторлар	1-10 ГГц	0,1-1,0 км	0,1-10 мВт/м <sup>2</sup>	0,2-20 кВт
Радиолокациялық станциялар	9-35 ГГц	3 м	250 мВт/м <sup>2</sup> кем	0,5-1000 кВт

Ұялы байланыс жүйелері. Радиобайланыстың жылжымалы жүйелерінің, оның ішінде ұялы радиотелефондардың қарқынды дамуы электромагниттік өрістер деңгейінің едәуір өсуіне және халықтың көп саны ұшырайтын қолайсыз әсерге әкеледі. Соңғы 15 жылда абоненттер саны бірнеше мыңнан 1,3 млрд. - ға дейін артты.

### 1.3 Электромагниттік сәулелер мен адамның өзара әрекеттесуінің биофизикасы

"Қоршаған ортаның жаһандық электромагниттік ластануы" терминін 1995 жылы Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) ресми түрде енгізді, бұл проблеманы адамзат үшін басымдықты тізбеге енгізді. Тірі организмдер эволюция процесінде ЭМӨ белгілі бір деңгейіне бейімделді, алайда ЭМӨ деңгейінің күрт айтарлықтай жоғарылауы (тарихи аспектіде) ағзаның бейімделу-компенсаторлық мүмкіндіктерінің шиеленісуіне алып келеді, бұл фактордың ұзақ мерзімді әсері олардың сарқылуына алып келуі мүмкін, бұл жүйелік деңгейде қайтымсыз салдарларға әкеп соғады. ЭМӨ көздері санының артуына байланысты олардың адамға әсер ету қаупі артады. Үй электр желісі, тұрмыстық электр аспаптары, бейнеисплей терминалдары, электр беру желілері, байланыс пен ақпараттың телевизиялық және радио құралдары, радиолокациялық және навигациялық станциялар - бұл әртүрлі жиіліктегі, модуляция мен қарқындылықтағы ЭМӨ шығаратын көздер тізбесінің бір бөлігі ғана. Халықтың көпшілігі шын мәнінде өте қиын ЭМӨ өмір сүреді, ол мінездеме қиын және қиын болады, ал оның қарқындылығы табиғи магнит өрісінің деңгейінен миллион есе асып түседі. Электромагниттік сәулелену ағзаның патологиялық реакцияларының дамуына айтарлықтай әсер етеді, бұл келесі факторлармен анықталады:

- сіңірілген энергия көлемі;
- әсер ету ұзақтығы;
- адамның жасы және оның денсаулық жағдайы;
- сыртқы орта факторлары;
- сәулелену аймағы (мысалы, ұялы телефонмен болған жағдайда, бұл ең алдымен ми және вестибулярлық, көру және есту анализаторының перифериялық рецепторлары).

Электрмагниттік сәулелер өте күрделі құрылыммен (электрлік, магниттік, электромагнитті) сипатталады, сонымен қатар сәулелену үлкен жиілік диапазонында, қарқындылықта және т. б. болады. [4]

Адам ағзасына ЭМӨ әсерінің қауіптілігін бағалауда тек әсер ету уақыты мен қарқындылығы ғана емес, сонымен қатар электромагниттік сәулелердің модуляциясы да анықтаушы болып табылады.

Электромагниттік толқынның тірі организммен өзара әрекеттесуі:

– Сәулеленудің өзіндік ерекшелігі - жиілік немесе толқын ұзындығы, таратудың фазалық жылдамдығы, толқынды поляризация және т.б.;

– Биологиялық объектінің физикалық қасиеттері толқын таратылатын орта - диэлектрлік өткізгіштігі, электр өткізгіштігі, толқындардың ену тереңдігі және т.б.

Адам ағзасы радиожиілікті электрмагниттік өріс әсеріне аса сезімтал болып келеді. Аса сезімтал мүшелер мен жүйелерге ОЖЖ, көз, гонадалар, ал кейбір авторлардың пікірі бойынша қан түзуші жүйелер де жатады. Бұл сәулеленулердің биологиялық әсері толқын ұзындығына (немесе сәулелену жиілігіне), түзілу режиміне (үзіліссіз, импульсті) және ағзаға әсер ету жағдайына (тұрақты, үзілісті, жалпы, жергілікті), әсер ету қарқындылығы мен ұзақтығына байланысты болады.

Биологиялық белсендігі толқын ұзындығы өскен сайын (немесе сәулелену жиілігі төмендеген сайын) азая береді. Радиотолқындардың сантиметр және дециметрлік диапазондары ең белсенділері болып табылады. Радиожиілікті электромагниттік сәулеленулер тудыратын зақымданулар жедел немесе созылмалы болуы мүмкін. Жедел зақымданулар қарқындылығы үлкен, айқын жылулық әсері бар сәулеленулер әсер еткен кезде дамиды. Олар өте сирек кездеседі – радиолокациялық станцияларда апаттар болғанда немесе қауіпсіздік техникасы өрескел бұзылған кезде орын алады. Электромагниттік сәулелену көздерімен жұмыс істейтіндерге, әдетте, ЭМС микротолқынды диапазонындағы көздерімен бірнеше жылдар жұмыс істегеннен кейін анықталатын созылмалы кәсіби зақымданулар көбірек тән. Оның клиникалық көріністерінде үш негізгі синдромды ажыратады: астениялық (бас ауруы, жоғары дәрежеде қажығыштық, ашушандық, жүрек тұсында кезеңді түрде пайда болатын ауыру сезімі), астеновегетативтік (гипотония, брадикардия, гипертония түріндегі нейро-циркуляторлы дистония) және гипоталамустық (ұстамалы жыпылық аритмия ұстамалары, қарыншалық электросистолалар, кейіннен ерте пайда болатын атеросклероз, жүректің ишемия аурулары, гипертония ауруы дамиды) Нормативтік құжаттарда электрлік (Е) және магниттік (Н) өрістерге арналған энергетикалық экспозиция (ЭЭ), сондай-ақ, жұмыс күніндегі энергия ағынының тығыздығы (ЭАТ) нормаланады.

Термиялық әрекетті адам денесінің мысалы арқылы түсіндіруге болады: адам денесі - тосқауыл жолымен кездесу үстінде, оған толқын сәулелері келіп енеді. Адамдарда олар терінің үстіңгі қабатымен сіңеді. Соның арқасында, жылу энергиясы туындайды. Сол пайда болған жылу энергиясы ары қарай қан айналым жүйесі арқылы шығарылады.

Радиотолқындардың жылу әсерлері (термиялық емес). Ұялы телефонның антеннасынан шыққан толқындар типтік мысал ретінде қарастырсақ болады. Яғни адам ағзасына енген сәулелер белгілі бір жасушаларға еніп, кері әсер етіп (қоздырып), нәтижесінде түрлі ісік аурулары пайда болады.

Жердегі кез-келген ағза сияқты адамның денесінде де өзіндік электромагниттік өріс болады, ол ағзаның барлық жасушаларының үйлесімді жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Адамның электромагниттік сәулесін биоөріс (көрінетін бөлігі – аура) деп атайды. Бұл өріс ағзаны кез-келген негативті әсерлерден қорғайтын негізгі қабықша болып табылады.

Адамның биоөрісі бұзылған жағдайда ағзамыздың мүшелері мен жүйелері кез-келген ауру факторының тууына жол береді. электромагниттік өріспен ұзақ уақыт ұштасу «радиотолқынды ауру» деген атқа ие аурудың дамуына алып келеді. Бұл аурудың клиникалық сипаты, ең алдымен жүйке және жүрек-қантамырлары жүйесінің қызметі нашарлап, бастапқы күйінен ауытқиды. Есте сақтауы және зейін қоюы бұзылады. Адамның терісі, дәлірек айтқанда, оның сыртқы қабаттары радио толқындарды сіңіреді, соның салдарынан жылу шығарылады, бұл эксперименттік түрде анықталған. Адам ағзасына максималды рұқсат етілген температура 4 градус. Осыған байланысты, адамның күнделікті тұрмыс жағдайында қуатты радиотолқындарға ұзақ уақыт пайдалануы едәуір әсер етуі мүмкін.

Электромагниттік сәулелердің өзгешелігі сонда, олардың организмге тигізеті зиянды әсері бірден білінбейді, оның жасырын (латенттік) мезгілі болады, зиянды зардабы кейіннен пайда болады. Организмнің зақымдану түрі және ауырлығы бірнеше факторлармен байланысты болады, мәселен, сіңірген дозаның мөлшері, әсер ету уақыты, сәуленің түрі, қандай мүшенің сәулеленуі, организмнің сезімталдығы, радиактивті заттардың физикалы-химиялық қасиеттері т.б.

Электромагниттік өрістің әсері – электр заряды не магниттік моменті бар бөлшектер арасындағы электромагниттік өріс арқылы берілетін белгілі . Адам өмірге келгеннен бастап, электромагнит сәулесінің әсерінде болады. Адамға әсер ететін жердің магниттік өрісі – табиғи электромагниттік өріс, планетарлық сарқылмайтын ресурс. Магниттік өрістің күші әр жерде әртүрлі. Радиожиіліктік өрістер адам организміне қолайсыз әсерін тигізеді. Адамға, жануарларға, өсімдіктерге, микроорганизмдерге жер қыртысынан бөлінетін гамма сәулелер және ғарыш сәулелері сырттан, организмде болатын радиоактивті элементтер сәулелері іштен әсер етеді. Егер бұл сәулелер тірі организмге артық мөлшерде өтсе, клеткалардың, органдардың тіршілігіне қауіпті ауру жабысады. Радиожиілікті қондырғылар шығаратын электромагниттік сәулелерді мөлшерден көп қабылдаған жағдайда ол адамда мамандық ауруға әкеліп соғады. [5]

Адам органдары сәулелерге сезімталдығына қарай үш топқа бөлінеді. Бірінші топқа ең сезімтал мүшелері жатады: гонадалар, жілік майы, т.б. Одан кейін екінші топқа жататындар: бұлшық еттер, көк бауыр, домалақ бездер,

май еттері, бауыр, бүйрек, өкпе, ішек-қарын, көз жанары т.б. Үшінші топқа жатады: тері, сүйек, білек, сирақ, табан т.б.

Адам организміне әсер ететеін электромагниттік толқындарды рентген өлшемімен тигізетін әсері мынандай болып келеді:

–25 Р дейін – организмде айқын зақымдану білінбейді;

–25-50 Р – маңызды зақымдану жоқ, бірақ қанда өзгірістер болуы мүмкін;

–50-100 Р – организмде ерекше өзгерістер болады, бірақ еңбекке қабылеттілік сақталады;

–100-200 Р – еңбекке қабылеттілік жартылай кемиді, кей кезде өлім жағдайы болуы мүмкін;

–400 Р – 50% өліммен аяқтайды;

–500-600 Р және одан артық - өлтіретін доза.

Сәулелердің қауіптілігін ұлғайтатын жағдай – адам олардың айналадағы ортада бар-жоғын сезім мүшелері арқылы айыра алмады. Сондықтан, адам көп уақыт бойы қауіпті радиацияның ортасында бола тұрып, оның зиянды әсерін сезбейді. Бұл жағдай және зиянды сәулелердің келтіретін ауыр зардабына көңіл бөлмеушілік адамның қырағылығын кемітіп, қауіпсіздік ережелерін бұзуға жағдайларды қамтамасыз ету үшін арнайы нормаларға (НРБ-76/88) және ережелерге (ОСП-72/88) сәйкес ауада (суда) иондағыш сәулелерді ақырғы шекті дозасы (АШД) және радиоактивті заттардың шекті концентрациясы (ШК) белгіленген.

Электромагниттік ластану проблемасы табиғи электромагниттік өрістің өзара әрекеттесуі мен антропогендік ластанудың бар болуымен күрделенеді. Парадокс табиғи электромагниттік өрістер-Жердегі өмір сүру факторы, ал адамның іс-әрекетінен туындаған қарқындылығы табиғи фоннан асатын жасанды электромагниттік ластану тірі организмдер мен өсімдіктерге қауіп төндіреді.

Электромагниттік сәулелердің биологиялық объектілермен өзара әрекеттесуі кезінде энергияның бір бөлігі ғана жұтылады және теріс салдарлар туғызады. ЭМӨ биотканға әсері поляризацияны тудырады, бұл жасушааралық сұйықтық бойынша ғана өтетін иондық тоқтардың пайда болуына әкеледі, себебі жасушалардың мембраналары – диэлектриктер. 10 кГц кем жиілігінде электромагниттік тербелістер кезеңі жеткілікті жоғары және жасушалық мембраналар ішіндегі және одан тыс иондардың есебінен қайта зарядтауға үлгереді (Қос электрлік қабат). Бұл судың жоғары мөлшері бар маталар үшін меншікті ионды өткізгіштіктің болуын түсіндіреді. Бұл ретте тербеліс кезінде матаның толық заряды мен диэлектрлік өткізгіштігі жеткілікті үлкен. Меншікті өткізгіштіктің келесі өсуі мембраналардың сыйымдылық кедергісінің төмендеуі салдарынан жиіліктің ұлғаюымен жүреді. Оқшауланған мембраналарды толық емес қайта зарядтау жасушаішілік сұйықтықты иондық тоқтардың пайда болу процесіне тартады, матаның өткізгіштігі баяу өседі, ал оның диэлектрлік өткізгіштігі төмендейді.



10-100 кГц жиіліктерінде иондық тоқтардың пайда болу процесіне жасушаішілік ортаны лавинді тарту меншікті өткізгіштіктің күрт өсуін тудырады. Сонымен қатар, маталар молекулаларының поляризациясы, негізінен су молекулалары электр өрісінің кернеулігінің сол амплитудасында тіндердегі тоқтарды ұлғайтатын ығысу тоқтарының пайда болуына әкеледі, яғни олардың меншікті кедергісі төмендейді.

100 кГц-10 МГц жиіліктерінде мембраналар іс жүзінде қайта жүктелмейді, ал тіндердің сыйымдылық кедергісі төмендейді. Жасушалардың мазмұны иондық тоқтардың пайда болу процесіне белсенді қосылады, яғни тіннің өткізгіштігі өсе береді, ал оның диэлектрлік өткізгіштігі төмендейді. Бұл ретте молекулалардың поляризациясы едәуір артады және Ығысу тоқтарының ұлғаюы байқалады.

10 МГц жоғары жиіліктерде сыйымдылық кедергісі жеткілікті аз және торды қысқа тұйықталған деп санауға болады. Молекулалардың поляризациясы және Ығысу тоқтары басым болады. Қозған молекулалар тербелмелі қозғалысқа келеді, псевдоозды қозған молекулалармен тап болады және оларға өз энергиясын береді, бұл маталарды қыздыру түрінде және әртүрлі химиялық түрлендірулерде көрінеді.

Бұл уақытта өткізгіштік күрт өседі, ал диэлектрлік өткізгіштігі өзгеріссіз қалады.

ЭМӨ судың көп мөлшері бар органдарға ең қарқынды әсер етеді. Қызып кету, әсіресе тамырлы жүйесі нашар дамыған немесе жеткіліксіз қан айналымы бар (бүйрек, ми) тіндерге зиянды, өйткені қан сорғыш жүйені сумен салқындату жүйесіне айналдыруға болады. Көздің сәулеленуі өте тез (сәулеленуден кейін бірнеше күннен немесе аптадан кейін) көрінетін көз бұршақтың үрленуін тудырады.

Өнеркәсіптік жиіліктің қарқынды электромагниттік өрісі орталық жүйке және жүрек-қантамыр жүйесінің функционалдық жай-күйінің бұзылуын тудырады. Бұл ретте шаршағыштық, қозғалыс дәлдігінің төмендеуі, қан қысымы мен пульстің өзгеруі, жүрек соғуы мен аритмиямен бірге жүретін Жүректе ауырсынудың пайда болуы байқалады, және т.б. ерекше назар халықтың ЭМӨ-мен ұзақ байланысқаннан кейін жекелеген салдардың даму мүмкіндігін бағалауды талап етеді: обырдың (лейкемияны қоса алғанда), ең алдымен жүйке жасушаларының азып-тозуымен байланысты аурулардың дамуы.

Адамға электромагниттік сәулеленудің әсер ету салдарының ең ерте клиникалық көріністері нерв жүйесі тарапынан ең алдымен неврастениялық және астениялық синдромның вегетативтік дисфункциясы түрінде көрінетін функционалдық бұзылулар болып табылады. ЭМӨ әсер ету аймағында ұзақ уақыт болған тұлғалар әлсіздік, тітіркену, тез шаршау, жадының әлсіреуі, ұйқының бұзылуы. Жиі осы симптомдарға вегетативтік функциялардың бұзылуы қосылады. Жүрек-қантамыр жүйесі тарапынан бұзылулар әдетте нейроциркуляторлық дистониямен байқалады: Пульс пен артериялық

қысымның лабильділігі, гипотонияға бейімділік, жүрек аймағындағы ауырсыну және т. б. [4], [5].

Соңғы жылдары Қазақстанда дербес сымсыз байланыс құралдарын пайдалану күрт өсуде: түрлі үлгідегі қол радиостанциялары, ұялы байланыс. Электромагнитті сәулеленуі миға және бірқатар перифериялық рецепторларға әсер ететін ұялы телефондарды кеңінен пайдалану Кешенді медициналық-гигиеналық зерттеулер жүргізу және осы әсерді төмендету бойынша шараларды әзірлеу қажеттілігін ұсынады.

Француз ғалымдарының есептеулері мидың өмірлік маңызды түзілімі - гипоталамус деңгейінде - ұялы телефонмен сәулеленетін электр өрісінің сіңірілген энергиясы 20-30 В/м кернеулікке сәйкес келетінін көрсетті, бұл ретте ЭМӨ жолында есту және вестибулярлық аппараттың рецепторлары, көз торының сияқты түзілімдер телефон аппаратына жақын жататынын ескеру қажет. Бұл жағдайда Қазақстанда 100 мкВт/см<sup>2</sup> тең ұялы телефондар үшін бар нормалар мамандардың алаңдаушылығын тудырады, өйткені аз энергия кезінде және қысқа мерзімді әсер ету жағдайларында қолайсыз әсерлер алынған эксперименталдық жұмыстардың айтарлықтай көп саны бар. [6]

ЭМӨ-нің ағзаға әсер ету қаупі мынадай жағдайларда ушығуы мүмкін:

- ЭМӨ генерациясының күрделі режимдерін пайдалану;
- аллергиялық аурулармен ауыратын немесе ісік дамуына генетикалық бейімділігі бар адамдарға әсер ету кезінде;
- эмбриогенез кезеңінде және бала жасында ағзаларды сәулелендіру кезінде;
- ЭМӨ және адамның сыртқы өмір сүру ортасының басқа да факторларының бірлескен әрекеті кезінде.

Осылайша, электромагниттік өрістердің әсері адам үшін зиянды. Биофизикалық зерттеулердің деректері негізгі патологиялық өзгерістер 1-10 мВт / см<sup>2</sup> және одан жоғары қуаттылық тығыздығы бар өрісті үздіксіз ұзақ уақыт сәулелендіру кезінде пайда болады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. [7]

Алайда иондамайтын электромагниттік сәулелердің әсер ету механизмі жеткіліксіз терең зерттелген, сондықтан иондаушы және иондамайтын электромагниттік сәулеленудің халық үшін қауіптілігін салыстыра отырып, ЭМӨ әсері мынадай себептер бойынша радиациялық аварияларға қарағанда әлеуеті тіпті аса қауіпті болып табылады деп айтуға болады:

- ЭМӨ жас талғамайды, яғни балаларға да, жасөспірімдерге де, жүкті әйелдерге де әсер етеді;
- ластанудың ЭМӨ деңгейі үздіксіз өсуде, бұл сәулеленуге бақылау мүлдем жоқ және барлық халық үшін қорғаныс және алдын алу іс-шаралары әзірленбейді.

#### **1.4 Ұялы байланысты пайдалану кезіндегі электромагниттік сәулелер**

Қазіргі уақытта ұялы немесе ұялы телефондар қазіргі заманғы телекоммуникацияның ажырамас бөлігі болып табылады. Көптеген елдерде халықтың жартысынан астамы мобильді телефондарды пайдаланады, ал оларды сату жылдам қарқынмен өсіп келеді. Бағалау бойынша, 2014 жылы бүкіл әлемде 6,9 миллиард пайдаланушы тіркелген. Әлемнің кейбір бөліктерінде ұялы телефондар ең сенімді немесе жалғыз бар телефон болып табылады.

Соңғы уақытта ұялы (мобильді) байланыс кең таралған болғандықтан, микротолқынды диапазонға жататын жоғары энергетикалық ЭМӨ әсер ету механизмдерін қарау мәселесі аса өткір тұр.

Ұялы телефондардан электромагниттік сәулеленудің адам ағзасына әсері туралы айтпас бұрын, сигналдың қалыптасуының қалай болатынын анықтау керек. Сонымен: ұялы телефондар бойынша байланыс базалық станциялар деп аталатын тіркелген антенналар желісі арқылы таратылатын радиотолқындардың көмегімен жүзеге асырылады. Радио толқындар электромагниттік өрістер болып табылады. Ұялы телефонның жұмысы жүзеге асырылатын жиілік 450-2700 МГц кұрайды, бұл ретте қуат шегі 0,1-ден 2 ватт дейінгі диапазонда болады. Құрылғы базалық станциямен байланысқан жағдайда ғана қуатты ұялы телефонмен беру жүзеге асырылатынын атап өткен жөн. Ұялы телефонның базалық станциямен байланысы, демек, құрылғының қуат мәндерінің ұлғаюы екі ұялы телефон арасында қоңырау, смс-хабарлама арқылы сигнал орнату сәтінде, сондай-ақ құрылғының Интернет желісіндегі белсенділігі кезеңінде жүзеге асырылады. Ұялы телефондардан электромагниттік сәулеленуді бағалау үш санат бойынша жүргізілді: тыныштық, қоңырау шалу және сөйлесу сәті. Тыныштық кезінде ұялы телефоннан электромагниттік сәулелену айтарлықтай емес және орташа алғанда  $0,65 \text{ мкВт/см}^2$  кұрайды. Мұндай сәуле адам ағзасының физиологиялық және биохимиялық көрсеткіштеріне әсер етпейді. Қоңырау шалу сәтінде ұялы телефондардан электромагнитті белсенділік тыныштық жағдайында электромагнитті сәулеленумен салыстырғанда 38 есе артты. Қоңырау шалу сәтімен салыстырғанда 1,4 есе және тыныштық сәтімен салыстырғанда 41,8 есе электромагниттік сәулелену артты. Осылайша, ұялы телефонның ең үлкен электромагниттік белсенділігіне сөйлесу кезінде ие болады, демек, құлаққа қоса берілген телефонға тікелей жақын орналасқан органдарға барынша әсер етеді. Сондықтан ұялы телефондардан адамдардың денсаулығына электромагниттік сәулеленудің әлеуетті әсерін түсіну, зерттеу және бақылау өте маңызды.

Адам денсаулығына радиожиілік сәулесінің әсерін зерттеумен бірнеше он жыл бұрын қуатты радиохабар және локациялық техниканы қарқынды дамытып, енгізгеннен кейін айналыса бастады.

Сымсыз байланыс желілері – ұялы байланыс қолданушыларына байланыс орнату үшін электромагниттік импульс тарататын құрылғы болып

табылады. Жалпы әлемдік бінеше сараптамалар негізінде сымсыз байланыс антенналарының бірқатар әсерлері анықталды. Олар көбіне биік тұрғын үй төбелеріне орнатылған антенналардан болып келетін біршама ауытқулар табылды. Антеннаның негізгі ағзаға әсер етуі мынандай критерийлер бойынша жүзеге асады: ұялы байланыстың стандарты, құрылыстың тығыздығы, жүктеме, қолданылатын құрылғылар.

Радиотолқындардың алғашқы көрінісі бұл – тіндер мен дененің өзгеруі мен зақымдануына алып келетін қыздыру. Энергияны сіңіру механизмі өте қиын. Электромагниттік өрістің ең осал әсеріне орталық жүйке жүйесі және нейроэндокриндік жүйесі болып табылады. Электромагниттік өрісі бар қамту аймағында ұзақ орналасу салдарынан мерзімінен бұрын шаршау, ұйқышылдық және ұйқының бұзылуы, жиі бас ауруы, бұзылуы жүйке жүйесінің бұзылуы туындайды және т. б.

Алайда, АЖЖ әсері туралы жинақталған білім өте төмен сәулелену деңгейі бар ұялы телефондар туралы әңгіме болғанда қолданылмайды. Радиотелефондарды пайдаланудың биологиялық әсерлері жылу – катарактогенді және жылу емес – неврологиялық, канцерогенді және эпидемиологиялық болып бөлінеді. Аталған факторлардың әрқайсысын зерттеу 2 Вт/кг-нан аз энергияның меншікті сіңіру көрсеткішімен сипатталатын әлсіз қуатты сәулеленудің әсерінен болатын бірқатар салдарларды анықтауға мүмкіндік берді.

Біріншіден, мұндай сәулелену жүйке жүйесіне теріс әсер етеді. Екіншіден, көрудің елеулі бұзылуына тіпті болмашы да әкеп соқтыруы мүмкін-жартыградусқа-сәулелену көзіне тікелей жақын орналасқан ми жасушаларының температурасының жоғарылауы. Сонымен қатар, бұл құбылыстар ізсіз өтеді, ал ағзада қалай жиналады. Сонымен қатар, сандық радиотелефондар аналогтық аппараттарға қарағанда денсаулыққа көп қауіп төндіреді, өйткені сандық сигнал тірі жасушаларды бомбарлайды, оларда неғұрлым айқын өзгерістер тудырады. Зерттеу әлі аяқталған жоқ, өйткені қарастырылып отырған әсері аз қуатты АЖЖ – сәулеленудің түрлі параметрлеріне қалай байланысты екені белгісіз.

Мамандар онкологиялық аурулардың, катарактың, Паркинсон мен Альцгеймер ауруларының пайда болу мүмкіндігін ми тіндеріндегі микротолқынды сәулелену әсерімен тікелей байланыстырады. Дегенмен, бұл гипотезаны тек жануарларға эксперимент нәтижелері негізінде дәлелдеуге болмайды, өйткені алынған деректер адамға тікелей таратылмайды. Әсердің көрінісі үздіксіз сәулелену уақытына, яғни сөйлесу ұзақтығына байланысты болуы мүмкін. Эксперименттер көрсеткендей, радиотелефон сәулеленуінің тек 30% - ы ұялы байланыстың базалық станциясымен байланыс орнатуға қызмет етеді. Қалған 70% абонент денесімен жұтылады. [8]

Автокөлік ішінде ұялы телефон арқылы сөйлесетін адамдар ерекше қауіпке ұшырайды. Егер аппарат антеннасы автомашинаның ішінде болса, онда оның корпусы резонатор болып табылады және жұтылған сәулелену мөлшерін бірнеше рет күшейтеді. 10 МГц – 10 ГГц жиіліктегі ЭМӨ жергілікті

әсері ми құрылымының қарқынды қызуына әкеледі, бұл обырдың дамуына әкелуі мүмкін.

Ұялы телефон пайдаланушылардың көп санына байланысты, адамдардың денсаулығына олардың әлеуетті әсерін зерттеу, түсіну және бақылау маңызды.

Ұялы телефондар бойынша байланыс базалық станциялар деп аталатын тіркелген антенналар желісі арқылы таратылатын радиотолқындардың көмегімен жүзеге асырылады. Радио жиілік толқындары рентген сәулелері немесе гамма-сәулелер сияқты иондаушы сәулеленуге қарағанда химиялық байланыстарды үзбей, адам ағзасында иондауды тудыра алмайтын электромагниттік өрістер болып табылады.

Ұялы телефондар 450-ден 2700 МГц-ке дейінгі жиіліктерде 0,1-ден 2 ватт-ке дейінгі диапазонда қуатты жоғары мәндерде әрекет ететін аз қуатты радиожілік таратқыштарын білдіреді. Телефон іске қосылған кезде ғана қуат береді. Қуат (және, демек, пайдаланушыға радио жиілік әсері) телефон қашықтығының ұлғаюында жылдам төмендейді. Сондықтан, ұялы телефонды денеден 30-40 см қашықтықта пайдаланатын адам, мысалы, мәтіндік хабарламаларды жібергенде немесе оқығанда, Интернетті немесе дауыс зорайтқыш құрылғыны пайдаланғанда, телефонды басын қысатын адамға қарағанда, радиожілік өрістерінің аз әсеріне ұшырайды.

Телефон қоңыраулары кезінде ұялы телефондарды бас пен денеден алыс ұстауға мүмкіндік беретін қатты байланыс немесе құлаққап құрылғыларынан басқа, әсер ету деңгейін төмендетуге, сондай-ақ телефон сөйлесулерінің саны мен ұзақтығын азайтуға мүмкіндік береді. Жақсы қабылданған аудандарда телефондарды пайдалану әсер ету деңгейінің төмендеуіне ықпал етеді, себебі аз қуатты беруге мүмкіндік береді.

Ұялы байланыстың электромагниттік сәулеленуінің шамасы радарлық, радиолокациялық станциялардың, АЖЖ – қыздыру аспаптарының жұмысы кезінде пайда болатын шамалармен салыстырылады.

Адам ағзасына көрсетілген жағымсыз әсерлерді ескере отырып, ұялы радиотелефонды пайдаланушының электромагниттік сәулеленуінің деңгейін төмендету үшін қажетті келесі негізгі ережелерді тұжырымдауға болады:

– пайдаланушы телефонның ЭМӨ-нің әсер ету деңгейін (оның ішінде желіні іздеу режимінде) білуі және оның денсаулыққа теріс әсер етуі мүмкін екендігі туралы ескертілуі тиіс;

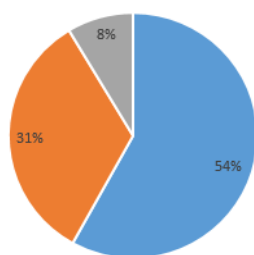
– жүктілік жағдайында балалар мен әйелдердің радиотелефонды пайдалану қаупі туралы ескертілуі тиіс;

– ЭМӨ сәулелену деңгейін бақылау және өз телефоныңыздың экспозициясы болуы тиіс;

– өз аппаратының қуатын өз бетінше шектеу мүмкіндігі болуы тиіс (оның ішінде желіні іздеу режимінде).

XXI ғасыр жоғары технологиялар ғасыры деп аталады. "Жоғары" деген сөз-жаңа ғылыми-техникалық жетістіктерді пайдалану. Осындай жетістіктердің бірі-ұялы телефон. Қазіргі уақытта ұялы телефондар кез-келген

заманауи адамның өмірінің ажырамас бөлігі болып табылады, олар адамзат қоғамының барлық өмір салаларынан өтеді және оларға күшті әсер етеді [9]. Жақында ұялы телефонның болуы керемет және күлкілі болып көрінді. Бүгінгі күні ұялы телефон ойыншықтан және бедел мен байлықтың өлшемінен кәдімгі нәрсеге айналды, онсыз біз өз өмірімізді елестете алмаймыз. Ұялы телефондарды балалар мен жасөспірімдер, жүкті және бала емізетін әйелдер, денсаулығы нашар азаматтар пайдаланады, ең бастысы түсінбей: ұялы телефондардан электромагниттік сәулеленудің адам денсаулығына әсері туралы бір мағыналы пікір жоқ. Бір жағынан, көптеген зерттеулерге қарамастан, қазіргі уақытта ұялы телефонның электромагниттік сәулеленуінің абонент денсаулығына теріс әсері анық анықталмаған. Екінші жағынан, ұялы телефонның ЭМС әсер ету қауіпсіздігі дәлелдері де жоқ. Жиырма жыл бұрын адамзатты жаулап алған "мобильді телефонизация" жалғасуда. Ұялы байланыс операторларының статистикасына сәйкес пайдаланушылардың 70% - ға жуығы телефон арқылы күніне 30 минуттан астам сөйлеседі; адамдардың 30% - ы 2 ұялы телефон арқылы сөйлеседі және оларды үнемі пайдаланады; Біздің отандастарымыздың 54% түнде телефонды басынан 0,7 м-ден кем қашықтыққа қояды, ал тіпті ұялы телефон тыныштық жағдайында базалық станциямен байланыс үшін электромагниттік сәуле шығарады; пайдаланушылардың 31 % - дан астамы 18 жасқа дейін және басқа санаттардан ұзағырақ ұялы телефон арқылы сөйлеседі; пайдаланушылардың тек 8 % - ы ұялы телефонның адамға әсері өте зиянды болуы мүмкін екенін біледі. Адам ағзасына электромагниттік өрістің әсері туралы мәселені Мазалайтын ұялы телефондардан ЭМС-ның адам ағзасына әсер етуінің зерттелмеуіне байланысты. [10]



1.1 сурет – Ұялы телефондарды пайдалану көрсеткіші

Қазіргі уақытта электромагниттік сәулеленудің адам ағзасына әсері туралы біраз алаңдаушылық бар. Бұл мәселе ұзақ зерттелді, бірақ әлі де түпкілікті жауап жоқ. Ұялы телефондар әдетте басына тікелей жақын пайдаланылады болғандықтан, сәулелену энергиясының Елеулі деңгейлері жұтылуы мүмкін. Бастапқы әсер ми мен бас тіндерінің жергілікті қызуында көрінуі тиіс. Бұл ұялы телефондарды жеткілікті ұзақ уақыт пайдаланатын кейбір адамдарды алаңдатады және сәулеленудің әсер ету дәрежесін сандық бағалау жүргізілуі тиіс.

## 2 Ұялы телефон қауіпті сәулелену көзі

### 2.1 Антенна сәуле шығарғыш ретінде

Сымсыз байланыс желілері – ұялы байланыс қолданушыларына байланыс орнату үшін электромагниттік импульс тарататын құрылғы болып табылады. Жалпы әлемдік бінеше сараптамалар негізінде сымсыз байланыс антенналарының бірқатар әсерлері анықталды. Олар көбіне биік тұрғын үй төбелеріне орнатылған антенналардан болып келетін біршама ауытқулар табылды. Антеннаның негізгі ағзаға әсер етуі мынандай критерийлер бойынша жүзеге асады: ұялы байланыстың стандарты, құрылыстың тығыздығы, жүктеме, қолданылатын құрылғылар.

Бағытталу диаграммасы: әрбір антенна оның далалық қасиеттерін сипаттайтын белгілі бір бағыттылық диаграммасына ие. Бағытталу диаграммасы "кеңістіктік координаттар функциясы ретінде антеннаның сәуле шығару қасиеттерінің математикалық функциясы немесе графикалық көрінісі ретінде анықталған. Көп жағдайда, бағыт диаграммасы алыс аймақта анықталған және бағыт координаттарының функциясы ретінде ұсынылған (бұрыштық координаталар). Антеннаның бағытталу диаграммасы сәуле енін, сәуле нысанын, бағытын, поляризациясын және сәулелену қуатын қамтитын сәуле сипаттамаларының көпшілігін анықтау үшін негізгі мәнге ие.

Далалық аймақтар: антеннаны қоршаған аймақтар фактормен сипатталады  $(\lambda/2\pi r)^n$ .

$r/\lambda$  –ның ұлғаюы  $1/r$  тәуелді басым аймақ болып қала береді. Қуат  $1/r^2$  және сияқты өзгертін алыс аймақты немесе сәуле шығару аймағын білдіреді, өрістің бұрыштық таралуы антеннаға дейінгі қашықтыққа байланысты емес. Ішкі шекарасы: бұл аймақ  $r_1/\lambda \leq 2(D/\lambda)^2$ , мұнда  $D$ -ең үлкен габаритті антеннаның өлшемі, бұл аймақта (бос кеңістік аумағы деп аталатын) өріс негізінен жазық толқынның сипатына ие. Бұл - электр өрісінің кернеулігін және жазықтықтағы магнит өрісінің кернеулігін, таралуының көлденең бағытын жергілікті-біртекті тарату.

Реактивті антеннаға жақын аймақтың өрісі -  $1/r^3$  ретінде өзгереді (қуаты  $1/r^6$  өзгереді), шекарасы айқын анықталмаған, сыртқы шекарасы реактивті болады. Жақын аймақтың жалпы жағдайдағы түрі алынады:  $r_2/\lambda \leq 0.62(D/\lambda)^{3/2}$ , реактивті жақын аймақ пен алыс аймақ арасындағы аймақ бұрыштық таратылуы антеннаға дейінгі қашықтыққа байланысты болатын өрістердің басымдығымен сипатталады. Бұл аймақ индукцияның жақын өрісі ретінде сипатталады, қауіпсіздік мақсатында жақын аймақ өрістері антеннадан едәуір қашықтықта сәулелі аурумен зақымдануы мүмкін екенін білу қажет, әсіресе антенна ауыруы ( $D \gg \lambda$ ).

Бағыттылық және күшейту: антеннаның бағыттылығы оның сәулелену диаграммасына қатысты. Үш өлшемді кеңістіктегі барлық бағыттарда біркелкі сәулеленетін антенна изотропты антенна деп аталады. Антеннаның бағытталу коэффициенті антеннаның орташа үлестік қуатына бөлінген оның ең жоғарғы мәні, бағыты бойынша сәулеленуінің меншікті қуаты ретінде анықталады.

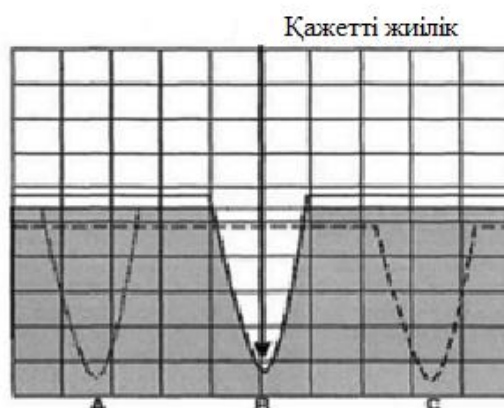
Антеннаның күшейту коэффициенті-антеннаның ПӘК бағытталу коэффициенті көбейтіндісіне тең. Егер антеннаның жоғарлауы төмен болса, сонымен қатар коэффициенттер бірдей болса, күшейту коэффициенті антенна қуаты белгілі болған кезде, сәулеленетін қуат максимумын табу үшін қолданылады.

Антеннаның толық кіріс кедергісі: антеннаның толық кіріс кедергісі оның клеммаларында антеннаның толық кедергісі.  $R_A$  кіріс кедергісі екі кедергіден тұрады –  $R_r$  сәулелену кедергісі және  $R_l$  жоғалтудың омдық кедергісі болып келеді. Сәуле шығару кедергісі - қуат беру нүктесіндегі антеннадағы тоқтың қолданыстағы мәнінің квадратына көбейтіле отырып, таратқыш немесе қабылдағыш жағдайында бос кеңістіктен алынатын қуат жағдайында антеннамен сәулеленетін қуатқа тең келетін кедергі. Антеннаға берілетін таратқыштың қуаты сәуледен көп. Таратқыштың қуаты мен сәуле шығару қуаты арасындағы айырмашылық-антенна өткізгішінің омдық кедергісінде және оның басқа бөліктерінде шашырайтын қуат. Кіріс реактивті кедергісі  $X_A$  сипаттайды қуаты, запасенную жолында алады, жақын аймақтың антеннасы [11].

Антеннаның ПӘК- і; антеннаның пәк- сәулеленетін қуаттың антенна жұтатын толық қуатқа қатынасы. Ол  $R_r$  сәулелену кедергісі және  $R_l$  жоғалту кедергісі арқылы көрсетілуі мүмкін:

$$\text{ПӘК}(\%) = 100\% \times \frac{R_r}{R_r + R_l} \quad (2.1)$$

Антеннаның максималды тиімділігіне антенна резонанста қол жеткізіледі. Егер антенна тым қысқа болса, сыйымдылық кедергісі бар; тым ұзын болса, индуктивті кедергі болады. Резонанс индикаторы- VSWR қисығындағы ең аз нүкте. Көрсетілгендей күріш. 1.1.2 а антеннасы төмен жиіліктегі резонансты болып табылады, ол шамадан тыс ұзындығына сәйкес келеді, ал С антеннасы жоғары жиіліктегі резонансты болып табылады, бұл антенна тым қысқа екенін көрсетеді. В антеннасы ең қолайлы.



2.1 сурет – Резонанстық антенна



Антеннаның тиімді ауданы: толқынның таралуы барлық сәулелену қуаты қашықтықтың квадратына (бос кеңістікте) пропорционал кеңейтілетін сфераның бетіне таратылғандай сипатталуы мүмкін. Меншікті қуат сфера бетінің ауданына бөлінген сәуле шығару қуаты. Антеннаның тиімді ауданы келесідей көрінеді:

$$A_e = \frac{\lambda^2 G}{4\pi} \quad (2.2)$$

мұндағы,  $A_e$  – антеннаның тиімді ауданы

$\lambda$  – толқын ұзындығы

$G$  – антеннаның күшейту коэффициенті

Антенна поляризациясы: электромагниттік сәулелену электр және магнит өрістерінің кернеулігі векторларымен сипатталады. Бұл векторлар бір-біріне перпендикуляр және екеуі де таралу бағытына перпендикуляр жазықтықта болады. Поляризация бағыты электр өрісінің бағытына жатады. Сызықты поляризация-бұл поляризация, онда электр өрісі векторының бағыты белгіленген бағыт бойынша бағытталған. Сызықтық поляризация өрісі, мысалы, тік сым антеннасы арқылы шығарылады. Жер бетіне параллель сым антеннасы көлденең поляризацияланған өрісті, ал сым антеннасы жерге қалыпты тік поляризацияланған өрісті шығарады. Тік және көлденең поляризация өрістерінің суперпозициясы векторы таралу бағыты айналасында өз жазықтығында айналуы мүмкін өрісті құрайды. Бұл ретте оның соңы жалпы жағдайда эллипс сипаттайды және өрісті эллиптикалық поляризацияланған деп атайды. Көлденең және тік поляризацияның қалыптасатын өрістері бірдей амплитудалар мен фаза бойынша  $90^\circ$  жылжыған кезде айналма поляризация өрісі пайда болады. Фазалық ығысу белгісіне байланысты өріс векторының айналу бағыты суретке сәйкес оң немесе сол болуы мүмкін.

Антеннаның Өткізу жолағы: антеннаның Өткізу жолағы- антенна өзінің сипаттамаларын сақтай отырып, жұмыс істей алатын жиілік ауқымы. Өте жиі өткізу жолағы антеннаның толық кедергісімен байланысты.

Антенна көрсеткіші: антенна көрсеткіші өріс кернеулігін толық кедергіде көрсетілген (әдетте 50 немесе 75 Ом) антенна клеммасына көлденең кернеумен байланыстырады.):

$$AF = \frac{E}{V} \quad (2.3)$$

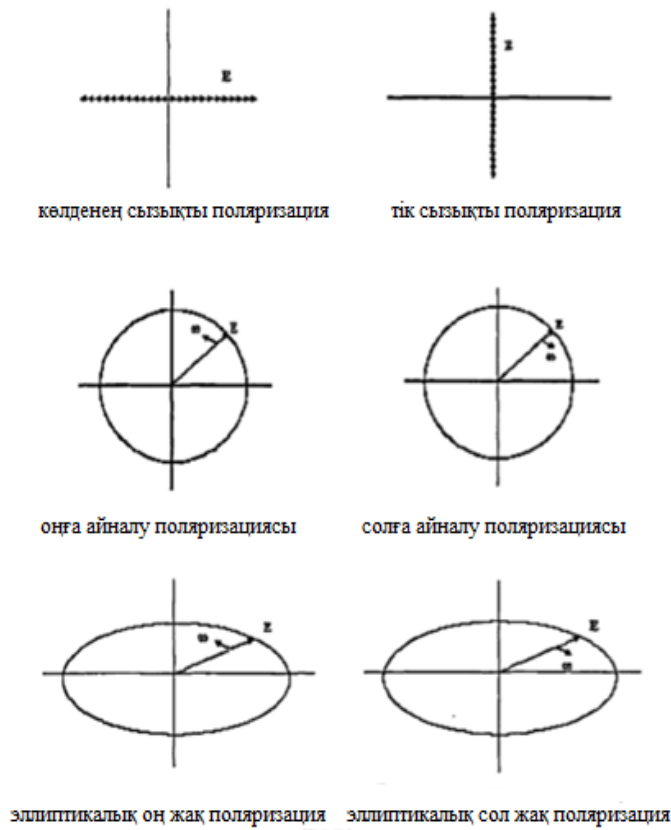
мұндағы,  $AF$  – антенна көрсеткіші (метр)<sup>-1</sup>

$E$  – аймақ кернеуі (В/м)

$V$  – жүктеме кернеуі (В)

Әдетте антенна көрсеткіші децибелмен өлшенеді:

$$AF_{dB} = 20 \log \left( \frac{E}{V} \right) \quad (2.4)$$



2.2 сурет – Толқындардың поляризация күйлері

Антеннаның күшейту мен көрсеткіші арасындағы қатынастар формуламен беріледі :

$$AF = \frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{\frac{30}{G + R_1}} \quad (2.5)$$

мұндағы,  $R_1$  – жүктеме кедергісі, әдетте 50 Ом

## 2.2 Антенналар электрлік компонент ретінде

Антенналарды электр тізбегінің құрамдас бөлігі ретінде сипаттаған кезде үш пайдалы параметр қолданылады. Кернеудің шағылысу коэффициенті  $G$  шағылысқан және оқыс толқындардың күрделі амплитудасының қатынасы ретінде анықталады. Пассивті компоненттер үшін шағылысу коэффициенті шекті қанағаттандырады  $|G| < 1$  және келесідей есептеуге болады:

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (2.6)$$

мұндағы,  $Z_L$  – жүктеменің толық кедергісі;  
 $Z_0$  – сипаттамалық қарсылық .

Кернеудің шағылысу коэффициентінен басқа маңызды параметрге өтуге болады. Тұрақты толқындар коэффициенті (ТТК) келесідей анықталады:

$$TTK = \left| \frac{E_{\max}}{E_{\min}} \right| = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$$
$$1 \leq TTK \leq \infty \quad (2.7)$$

Тұрақты толқын коэффициенті - жеке жиіліктегі және жиілік диапазонында антенна жұмысының сапасын сипаттауға ыңғайлы шама. Ең үлкен жағдайда  $TTK=1$  кезінде барлық қуат беріледі, ал  $TTK = \infty$  антенналардан толық көрсетіледі.

$$TTK = \infty \Rightarrow |\Gamma| \rightarrow 1 \quad (2.8)$$

Антеннаны жобалаушылар үшін Өткізу жолағы маңызды. Өткізу жолағы антеннаның маңызды параметрлері рұқсат етілген шектерде жатқан жиілік диапазоны ретінде анықталады. Мысалы, ол антеннасы екіден кем ТТК болатын жиілік жолағы ретінде анықталуы мүмкін.

Осыған ұқсас ТТК кернеу бойынша көрсету коэффициентінен  $S_{11}$  қуаты бойынша көрсету коэффициенті алынуы мүмкін:

$$S_{11} = 20 \log |\Gamma|, \quad -\infty < S_{11} \leq 0 \quad (2.9)$$

$S_{11}$  параметрі белгілі бір жиілікте көрсетілген қуаттың үлесін көрсетеді. ТТК және  $S_{11}$  антеннаның бірдей қасиетін әртүрлі тәсілдермен білдіреді.

Антеннаның маңызды сипаттамасы бар-кешенді болуы мүмкін кіріс толық кедергісі. Кіріс толық кедергісі антенна клеммасындағы тоққа кернеу қатынасы ретінде анықталған. Қарапайым мақсаты үшін келісуге кірістік толық кедергісі, антеннаның толқындық кедергісі қоректендіретін тарату желісі. Сондықтан кіріс толық кедергісінің абсолюттік мәні стандартты қоректендіргіш кабельдерге сәйкес болуы мүмкін  $50 \Omega$  жақын болуы тиіс. Егер антеннада басқа кіріс толық кедергісі болса, қуат нүктесінде  $50 \Omega^2$  импедансын алу үшін тиісті келісуші элементтер қолданылуы тиіс. Кіріс толық кедергісі -  $50 \Omega$ ,  $S_{11}$  - теріс шексіздікке жақын және ТТК 1-ге тең [11].

Қазіргі уақытта ұялы телефондарда қолданылатын антенналардың ең көп таралған түрлері-ұсынылатын, спиральді және ішкі. Сондай-ақ, вибраторлық антенналар мен симметриялы емес вибраторлық антенналар бар. Осы жұмыста симметриялы вибраторлық антенналар, симметриялы емес

вибраторлық антенналар (монополи) және кіріктірілген антенналар ғана қарастырылады.

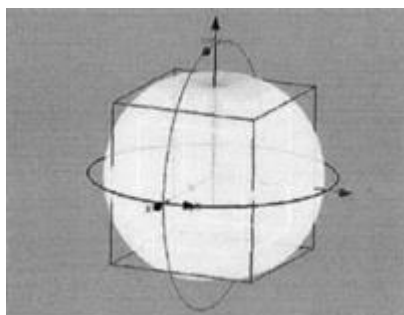
### 2.3 Ұялы телефон антенналарының түрлері

Антенна-электромагниттік энергияны жіберу немесе қабылдау құрылғысы . Бұл-қоршаған кеңістік пен фидер арасындағы аралық элемент. Антенналар электр бағасының компоненті ретінде немесе электромагниттік өрістің сәуле шығарушысы ретінде қарастырылуы мүмкін.

Антенналар телефонның жоғарғы бөлігінде орналасуы мүмкін, алайда, кейде олар телефонның ортасында да, кейде төменгі бөлігінде де орналастырылады. Бұл жағдайда, байланыс және телефон жағдайының нашарлауына алып келеді, сөйлесудің қалыпты жағдайларын қамтамасыз ету үшін, таратқыштың қуатын арттыруға мәжбүр болады. Нәтижесінде ұялы батарея тез отырғызылады, ал оның адам күшейтілген сәуленуге ұшырайды [12].

#### 2.3.1 Вибраторлық антенналар.

Вибраторлы антеннасының қарапайым нысаны бар және әдетте толқын ұзындығына байланысты белгілі бір ұзындықтағы металл қадалардан тұрады. Вибраторлы антеннасын дайындау оңай, сондықтан ол басқа антенналармен салыстырғанда нашар. Бұл антенналар негізінен ұялы телефондардың бірінші түрлерінде қолданылған. Ұялы телефонда сигнал генераторының кернеуі антенна негізіне қоса берілген. Генератордан тоқтар антенна өткізгішінің беті бойынша ағады және шығыс электромагниттік өрісті жасайды.. Сәуле шығару өрісін поляризациялау сызықтық және сәуле шығару бағытына қатысты антеннаның бағдарымен анықталады. Антенна, егер оны диэлектрлік қабыққа үлкен диэлектрлік өткізгіштігі бар орналастырса, аз жасалуы мүмкін. Ұялы телефонда қолданылатын бірінші антенна жартылай толқынды вибратор түрінде антенна болды. Сондай-ақ, ширек толқын монополь пайдаланылды. Жартылай толқынды вибраторы бар Антенна қазіргі уақытта телефоннан шығатын ұзын сымның болуына байланысты ыңғайсыздық салдарынан кеңейтілетін антенна ретінде пайдаланылады. Вибраторлы антеннаның сәуле шығару диаграммасы 2.3 суретте көрсетілген.



2.3. сурет – Вибраторлы антеннаның сәулелену диаграммасы

$R_r$  сәулелену кедергісі алыс аймақ өрісі белгілі болса, антенна сәулесінің толық қуаты бойынша оңай есептелуі мүмкін шама болып табылады. Алайда, діріл антеннасының толық кіріс кедергісі, егер антенна резонансты болмаса, сыйымдылық немесе индуктивті реактивті кедергіден тұрады. Бұл реактивті кедергі антеннаның жақын аймағының өрісі бойынша бағалануы мүмкін. Мұны әр түрлі жолдары бар. Сәуле шығару кедергісі және тербеліс-антеннаның бағытталу диаграммасы алыс аймақ өрісі үшін өрнектерден есептелуі мүмкін.

Іс жүзінде антенна-вibrator әдетте жартылай толқын ұзындығының элементі ретінде жасалады. Мысалы, 900 МГц жиілікте толқын ұзындығы 33,3 см құрайды, сәйкесінше 900 МГц жиіліктегі антеннаның ұзындығы 16,67 см, ал 1,8 ГГц - 83,33 мм болады. Әдетте антеннаның ұзындығы - vibrator әрдайым жарты толқыннан сәл қысқа болады. Бұл ұштардағы сыйымдылықтың жиілік әсеріне, сондай-ақ антеннаның нақты өткізгіштерінің соңғы қалыңдығына байланысты. Қалың өткізгіш - қысқа антенна. Сонымен нақты ұзындық шамамен бес пайызға қысқарады:

$$l = \frac{14265}{f, \text{MHz}}, \text{cm} \quad (2.10)$$

мұндағы,  $l$  – vibratorлы антенна ұзындығы  
 $f_{\text{MHz}}$  – МГц-тегі жұмыс жиілігі

Жұқа жартылай толқынды антенна-вibrator  $73 + j42.5 \Omega$  кіріс толық кедергісі бар. Ұзындықтың қысқаруы бағыттың бұрмалануын болдырмау үшін екі ұшында симметриялы жасалуы тиіс. Осы жиіліктегі антенна ұзындығының азаюында резонанстық болады. Оның кіріс импедансы таза зат болып табылады. Типтік мән шамамен  $70 \Omega$  болуы мүмкін. Бұл Антенналарды пайдалану кезінде қуат көзі нүктесінен  $50 \Omega$  алу үшін Келісуші элементтер пайдаланылады [12].

Резонанс кезінде мұндай антенна-вibratorдың шағылысу коэффициенті болады:

$$|\Gamma| = \frac{70 - 50}{70 + 50} = 0.16667$$

Кернеу бойынша тұрақты толқын коэффициенті (ТТК) болады:

$$TTK = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} = \frac{0.16667}{0.83333} = 1.38$$

Шағылысу коэффициенті:

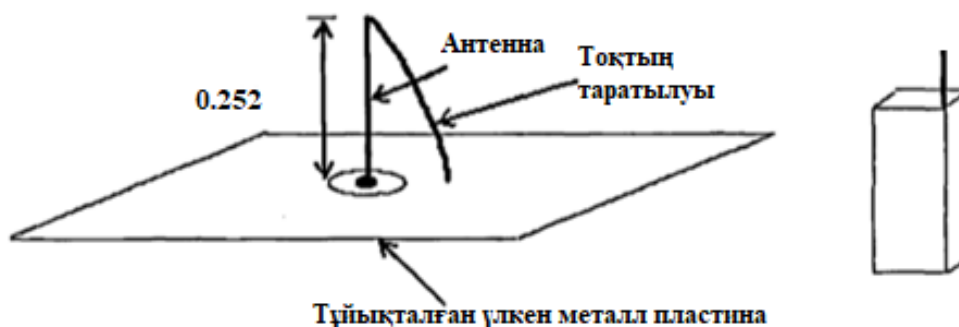
$$L_{\text{шаг}} = 20 \log_{10} |\Gamma| = 20 \log_{10} (0.16667) = -15.3 \text{ dB}$$

Келісу шығындары:

$$L_{\text{кел}} = 10 \log_{10} (1 - |\Gamma^2|) = -0.1222$$

### 2.3.2 Монопольді антенналар.

Көптеген жағдайларда вибраторлық антеннадан гөрі монопольді антеннаны қолдану ыңғайлы. Монопольді антенна - 2.4.суретте көрсетілгендей, жер жазығынан қозғалатын тоқсандық толқын элементі [13].



2.4. – сурет. Ұялы телефондардың монополь – антеннасы

Оның жалпы кіріс кедергісі  $36,5 + j21\Omega$  құрайды. Жұмыс жиілігінде резонанс пайда болу үшін антеннаны қысқарту керек. Оның бағыты вибраторлық антеннадан екі есе көп, өйткені төменгі жарты шарда сәуле жоқ.

### 2.3.3 Енгізілген антенналар.

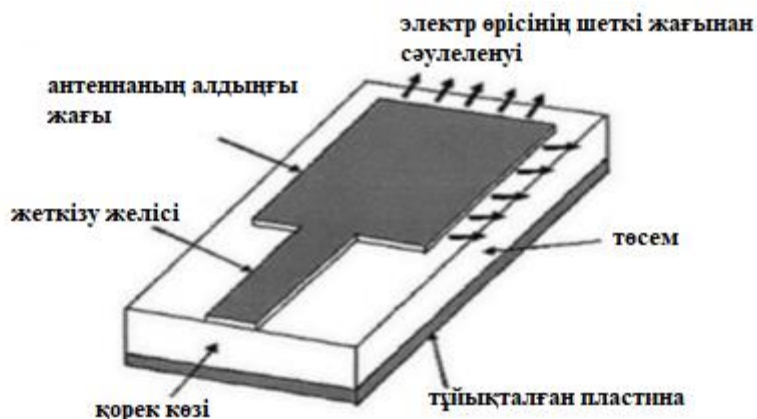
Әдетте жолақты антенналар түрінде жасалған антенналар көптеген жылдар бойы қолданылып келеді, өйткені олар төмен шығындар, жеңіл өндіріс сияқты көптеген артықшылықтарға ие, бірақ олардың тар өткізу қабілеті мен төмен өткізу қабілеті сияқты кемшіліктері де бар.

Ұялы телефондардағы жолақты антенналар - ішкі антенналар. Полоскалық антенна-диэлектрлік төсемде жиектелген жолақ түріндегі жіңішке өткізгіш. Полоскалық антеннаның жазықтығы негіз жазықтығына параллель. Ұялы телефондарда телефонның өзі негіз жазықтығы ретінде пайдаланылады. Әдетте қолданылатын жолақ антеннасының нысандары дөңгелек, немесе тікбұрышты, бірақ ол кез келген пішінді болуы мүмкін және тесік болуы мүмкін. Антенна әдетте сәулеленетін өрістің желілік поляризациясы болады, бірақ антенна шеңберлі поляризациямен жасалуы мүмкін.

Жақында өткізу жолағын арттыру үшін шаралар қабылданды. Оны ұлғайтудың бір тәсілі диэлектриктің биіктігін арттыру және диэлектрикалық өткізгіштікті азайту болып табылады. Алайда, тиісті тізбекті жасау қиын, өйткені қоректендіргіш желінің ені ұлғайтылуы тиіс.

Орнатылған антеннаны қоздыру үшін коаксиалды сызық, жолақ сызығы және саңылау немесе саңылау арқылы қозу қолданылады. Коаксиалды сызық

көбінесе антеннаның кедергісімен оның толқындық кедергісімен сәйкес келетіндіктен қолданылады, сонымен қатар қоздырғыш сызықтың оқшауланған сәулеленуі, әдетте, шамалы болады.



2.5 сурет – Орнатылған антенна

2.5 - суретте жолақты антенна көрсетілген, онда антеннаның жолақты өткізгішіне жақындаған қызықты толқын оның астына енеді. Антеннаның шеттеріне жеткенде энергияның бір бөлігі кері шағылысады, ал қалғаны бос кеңістікке шығарылады. Шағылысқан толқын антеннада ол сөнгенше бірнеше рет шағылысады. Шағылысқан өрістің энергиясының бір бөлігі негізде және қалған құрылымда шашыраңқы болады.

### 3. ЭМС есептейтін арнайы халықаралық стандарттар

#### 3.1 Халықаралық байланыс стандарттары

Телекоммуникация саласындағы стандарттауды ұйымдастыру-бұл қызметінің мақсаты бірыңғай халықаралық стандарттарды жасау болып табылатын ұйымдар. Бірыңғай стандарттардың болмауы әртүрлі өндірушілердің жабдықтарының үйлеспеуіне және соның салдарынан халықаралық байланысты ұйымдастырудың мүмкін болмауына әкеп соғады. Стандарттау ұйымдары прогрессивті технологияларды талқылау үшін жағдайларды қамтамасыз етеді, осы талқылаулардың нәтижелерін ресми стандарттар түрінде бекітеді, сондай-ақ бекітілген стандарттардың таралуын қамтамасыз етеді.

Стандарттау ұйымдарының стандарттарды қабылдау жөніндегі жұмыс тәртібі өзгеше болуы мүмкін. Алайда, ол жаңа технологияларды әзірлеу мен талқылаудың, стандарттар жобаларын әзірлеудің, осы стандарттардың барлық немесе кейбір аспектілері бойынша дауыс берудің және, ақырында, аяқталған стандарттардың ресми шығарылымының бірнеше кезеңдері жасалатынына ұқсас.

Ең танымал стандарттау ұйымдары мыналар болып табылады::

1. Халықаралық стандарттау ұйымы (ХСҰ) (International Standard Organization - ISO) - телекоммуникация бойынша стандарттарды қоса алғанда, түрлі қызмет саласындағы стандарттардың авторы болып табылады. ISO мүшелері ұлттық стандарттау ұйымдары болып табылады. ISO қатысу ерікті болып табылады. Телекоммуникация саласындағы ең танымал ISO стандарты ашық жүйелердің өзара әрекеттесуінің эталондық моделі болып табылады.

2. Халықаралық электр байланысы одағының (ХЭБО) стандарттаудың телекоммуникациялық секторы (Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union - ITU-T) - БҰҰ - ның мамандандырылған органы, 1993 жылдан бастап Телеграфия және телефония жөніндегі Халықаралық Консультативтік Комитеттің (АХКТК) (Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique - ССІТТ) мұрагері. ХЭО-Т-дан басқа ХЭО құрамына ХЭО - Р радиобайланыс секторы (Radiocommunication Sector-ITU - R) және электр байланысын дамыту секторы (Telecommunication Development Sector-ITU-D) кіреді. ITU-T стандарттары телекоммуникацияның барлық саласын қамтиды.

3. Электр техникасы және электроника жөніндегі инженерлер институты (Institute of Electrical and Electronic Engineers - IEEE) - желілер үшін стандарттарды әзірлейтін кәсіби ұйым. LAN жергілікті желілерінің стандарттары телекоммуникация бойынша IEEE ең танымал стандарттары болып табылады. IEEE 170 елден 400 000-нан астам жеке мүшелерді (оның ішінде 100 000-нан астам студент) біріктіре отырып, радиоэлектрониканы, компьютерлерді, басқару жүйелерін, электротехниканы қолдануға қатысты әлемдік техникалық әдебиеттің үштен бір бөлігін шығарады, оның ішінде (2011 жылдың қаңтар айына) 122 реферацияланатын ғылыми журнал және мамандарға арналған 36 салалық журнал жылына 300-ден астам ірі конференциялар өткізеді. Қауымдастық 900-ге жуық қолданыстағы стандарттарды әзірлеуге қатысты.

4. Еуропалық электр байланысын стандарттау институты (European Telecommunications Standards Institute - ETSI). Еуропалық Қоғамдастыққа мүше елдер үшін телекоммуникация саласындағы бірыңғай техникалық саясатты айқындайды. Ең танымал ETSI стандарты GSM жылжымалы радиобайланыс жүйесінің ұялы стандарты болып табылады. Еуропалық телекоммуникациялық стандарттар институты (ETSI) — 5 континентте әлемнің 62 елінен 750 — ден астам мүше ұйым, оның ішінде әлемнің жетекші телекоммуникациялық компаниялары бар тәуелсіз коммерциялық емес ұйым. ETSI негізгі өнімі-электр байланысы жабдықтарының түрлі түрлеріне қойылатын техникалық талаптарға жоғары сапалы құжаттама. ETSI өнімі бірнеше санатқа бөлінеді: стандарттар, техникалық ерекшеліктер, техникалық есептер, арнайы есептер, басшылық және т.б. тиісті құжаттар оларда қамтылған материалдың сипаты, мақсаты, әзірлеу және бекіту рәсімдері бойынша ерекшеленеді.

5. Пошта және электр байланысы әкімшіліктерінің еуропалық конференциясы (Conference of European Posts and Telegraphs - CEPT).



6. Еуропалық ЭЕМ өндірушілер қауымдастығы (European Computer Manufacturers Association-ЕСМА).

7. Американдық ұлттық стандарттау институты (American National Standards Institute-ANSI) - АҚШ шегінде стандарттау жөніндегі ерікті топтардың үйлестіруші органы болып табылады. ANSI-ISO мүшесі. Байланыс бойынша ANSI кең танымал стандарты-FDDI.

Телекоммуникация өнеркәсібі қауымдастығы (Telecommunications Industry Association - TIA) - Телекоммуникациялар бойынша стандарттар шығаратын ANSI тобының бірі. TIA ең танымал стандарты-АҚШ IS-54 жылжымалы радиобайланыс ұялы жүйесінің стандарты.

Электрондық өнеркәсіп қауымдастығы (Electronic Industries Association-EIA) - ANSI топтарының бірі.

8. Федералдық байланыс комиссиясы (Federal Communications Commission - FCC) АҚШ. Байланыс саласында реттеумен, оның ішінде радиожиліліктер спектрін бөлумен айналысатын АҚШ-тың үкіметтік ұйымы.

9. Кеңес Жұмысын Реттеуде Internet (Internet Activities Board - IAB) - Кеңес анықтайды негізгі саясатын жаһандық Internet желісі. Екі кіші комитет кіреді: зерттеу - IRTF ( Internet Research Task Force) және стандарттау - IETF (Internet Engineering Task Force). IAB стандарттары "Request for Comments" (RFC) деп аталады (түсініктеме сұрау).

Кейбір нақты технологияны жылдам ілгерілетуге мүдделі телекоммуникация жабдықтарын өндірушілер осы салада стандарттау ұйымдарын құрады. Мысал ретінде ATM форумы, Frame Relay форумы, Gigabit Ethernet Альянсы және т. б. сияқты ұйымдарды келтіруге болады [14].

### **3.2 ҚР – дағы стандарттау негіздері**

Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қоры 2012 жылы құрылған және «Техникалық реттеу туралы» Қазақстан Республикасы Заңының 15-бабына сәйкес жұмыс істейді.

Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қорын қалыптастыру Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2015 жылғы 31 наурыздағы № 382 бұйрығымен бекітілген Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қорды құру және жүргізу қағидасымен анықталған.

Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қорды ҚР ИДМ Техникалық реттеу және метрология комитеті жүргізеді. Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қорға техникалық қызмет көрсетуді «Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты» ШЖҚ РМК (ҚазСтИн) жүзеге асырады (Техникалық реттеу және метрология комитетінің 2013 жылғы 14 қаңтардағы № 30-од бұйрығы, 2013 жылғы 20 мамырда № 265-од бұйрығымен өзгеріс енгізілді).

Негізгі мақсаты – кең ауқымды пайдаланушыларға нормативтік техникалық құжаттардың қол жеткізімділігін қамтамасыз ету және пайдаланушыларды толық, нақты және уақтылы ақпаратпен қамтамасыз ету, сондай-ақ ақпарат таратудың бірыңғай электрондық жүйесін қалыптастыру.

Нормативтік техникалық құжаттардың бірыңғай мемлекеттік қорды құрып жинақтау көзі нормативтік техникалық құжаттарды бекітетін мемлекеттік органдар, стандарттау жөніндегі халықаралық, өңірлік және ұлттық стандарттар болып табылады.

Мыналарды жүзеге асырады:

– ұлттық және мемлекетаралық стандарттар макетін, ай сайынғы және жыл сайынғы сілтеуіштер макетін құру және оларды басып шығаруға дайындау;

– стандарттау жөніндегі құжаттарды ресми басып шығару;

– қағаз және электрондық ақпарат тасығыштарда стандарттау жөніндегі ресми жарияланған құжаттарды тарату;

– стандарттар ісін сақтау;

Басып шығарады:

– Ұлттық және мемлекетаралық стандарттар (ГОСТ, ГОСТ ISO, ГОСТ IEC, ГОСТ ISO/IEC, ҚР СТ ISO/IEC, ҚР СТ ISO, ҚР СТ IEC және т.б.);

– Ұлттық жіктеуіштер (ҚР ҰЖ);

– Ай сайынғы ақпарат сілтеуіштері (САС);

– Жылдық сілтеуіштер: Қазақстан Республикасының стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар сілтеуіші, Стандарттау жөніндегі мемлекетаралық нормативтік құжаттар сілтеуіші, жойылған және ауыстырылған стандарттау жөніндегі мемлекетаралық нормативтік құжаттар тізілімі [15].

### **3.3 ICNIRP – халықаралық сәулеленуден қорғану**

Иондалмайтын сәулеленуден қорғау жөніндегі халықаралық комиссия

Иондамайтын радиациялық қорғау жөніндегі халықаралық комиссия (ICNIRP) иондамайтын қорғау сәулелеріне мамандандырылған халықаралық комиссия болып табылады. Ұйымның қызметі ұялы телефондар сияқты электромагниттік өрістердің, пайдаланылатын құрылғылардың әсер ету шектерін анықтауды қамтиды.

ICNIRP Германияда жалданған тәуелсіз коммерциялық емес ғылыми ұйым болып табылады. Ол 1992 жылы радиациялық қорғау жөніндегі халықаралық қауымдастықтың (МАРЗ) негізін қалады.

Дүниежүзілік денсаулық сақтау Ұйымының Қоршаған ортаны қорғау жөніндегі бөлімімен (WHO, ДДҰ) Біріккен Ұлттар Ұйымының Қоршаған орта жөніндегі бағдарламасы (UNEP) бойынша қаржыландырылатын қоршаған ортаның әртүрлі факторларының әсерінен адам денсаулығын қорғау критерийлерін әзірлеу жөніндегі бағдарлама шеңберінде IRPA/INIRC халықаралық комитетімен адам денсаулығын ҒЗИ-дан қорғау критерийлері дайындалды. Әрбір құжат физикалық сипаттамаларға, аспаптар мен өлшеу әдістеріне, ҒЗИ көздеріне және оларды қолдануға шолу, биологиялық әсерлер туралы әдеби деректерді мұқият талдау және ҒЗИ әсері нәтижесінде адам денсаулығы үшін қауіп-қатерді бағалау кіреді. Бұл құжаттар ҒЗИ әсер етуін

шектеуді және ҒЗИ-мен іс жүзінде жұмыс істеу бойынша ұсыныстарды кейіннен әзірлеу үшін ғылыми негіз болды.

Тұрақты және айнымалы (300 Гц төмен) электр және магниттік өрістердің биологиялық әсерлерін шолу UNEP/WHO/IRPA (1982,1987) құжаттарында жарияланды. Бұл жарияланымдар және басқа да көптеген, соның ішінде UNEP/WHO/IRPA (1993) және Allen et al. (1991), осы нұсқауларды әзірлеу үшін ғылыми негіз болып табылады [16].

Осы құжаттың негізгі мақсаты адам денсаулығын белгілі қолайсыз әсерлерден қорғаудың қолайлы деңгейін қамтамасыз ету үшін электромагниттік өрістердің (ЭМӨ) адамға әсерін шектеу жөніндегі ғылыми негізделген нұсқауларды әзірлеу болып табылады. Қолайсыз медициналық әсерлер ЭМӨ әсер ететін адамның денсаулық жағдайының немесе оның ұрпақтарының денсаулығының нашарлауына әкеледі. Биологиялық әсерлер денсаулық үшін қолайсыз әсерлердің пайда болуына әкелуі мүмкін.

Нұсқауларда ЭМӨ тікелей және жанама әсерлері, яғни өрістердің адам денесімен тікелей өзара әрекеттесуі кезіндегі және адамның басқа электр потенциалы бар объектімен түйісуі кезіндегі әсерлері қарастырылады. Зертханалық және эпидемиологиялық зерттеулердің нәтижелері, едәуір практикалық бағалау үшін әсер етуді шектеу және бақыланатын деңгейлер. Осы нұсқаулықтар өндірістік жағдайларда және халыққа әсер етуді шектеу жөніндегі нормативтерді әзірлеу үшін пайдаланылады.

ЭМӨ-нің адамға әсер ету шегін анықтау және бағалау үшін әр түрлі сарапшылардың пікірін келісу, ғылыми зерттеулердің нәтижелері мен қорытындыларының негізділігін талдау және зертханалық жануарларға алынған зерттеу нәтижелерін адам үшін әсерге экстраполяциялау қажет екенін мойындайды. ЭМӨ-нің адамға әсерін шектеудің негізі тек ғылыми деректер. Ғылыми білімнің қазіргі деңгейінде шектеулерді сақтау адамның ЭМӨ ауыспалы әсерінен қорғануының барабар деңгейіне кепілдік береді.

Осы нұсқаулықтарда шектеулердің екі деңгейі енгізіледі:

Негізгі шектеулер: адам денсаулығы үшін ғылыми дәлелденген әсерлер негізінде тікелей бағаланатын айнымалы электр, магниттік және электромагниттік өрістердің әсер етуін шектеу "негізгі шектеулер" деп аталады. Негізгі шектеулер бақыланатын әсерлерге тікелей байланысты физикалық шамалар үшін енгізіледі. Себебі негізгі шектеулер әр түрлі физикалық шамалар үшін белгіленеді: индукциялық тоқтың тығыздығы (J), меншікті сіңірілген қуаты (SAR) және энергия ағынының тығыздығы (S). Алайда, олардың сандық бағасы ЭМӨ адамға әсер ету жағдайында күрделі болып табылады. Адамның денесінен тыс оңай өлшенетін жалғыз параметр-ауадағы энергия ағынының тығыздығы. Сондықтан әсерді практикалық бағалау үшін, мысалы, санитариялық-гигиеналық бақылау жүргізу кезінде бақыланатын деңгейлер енгізілді [17].

Бақыланатын деңгейлер: бұл шектеулер әсерді практикалық бағалау үшін енгізілді және оның негізгі шектеулерге сәйкестігін анықтауға мүмкіндік береді. Бақыланатын деңгейлер есептік немесе аспаптық әдістерді пайдалана

отырып, тиісті негізгі шектеулерден алынған немесе адамның әсерге (мысалы, жанасу тогына) сезімталдығын және ЭМӨ жанама әсерінің қолайсыз әсерін ескере отырып алынған. Бақыланатын деңгейлер үшін келесі физикалық шамалар алынды: электр (E) және магнит (H) өрісінің кернеулігі, магнит ағынының тығыздығы (B), энергия ағынының тығыздығы (S) және аяқ-қолдағы тоқ күші (IL). Сезімталдық және басқа жанама әсерлер басқа шамаларды пайдалана отырып бақыланады: жанасу тогы (IC) және импульстік өрістер үшін меншікті сіңірілген энергия (SAR). Оларды тәжірибеде бағалау қиын емес. Адамға ЭМӨ әсерімен сипатталатын кез келген жағдайда көрсетілген физикалық шамалардың өлшенген немесе есептелген мәндері тиісті бақыланатын деңгейлермен салыстырылады. Бақыланатын деңгейлерге сәйкестік негізгі шектеулермен сәйкестікке кепілдік береді. Егер өлшенген немесе есептік мән бақыланатын деңгей мәнінен асып кетсе, бұл әрқашан негізгі шектеу артатынын білдірмейді. Алайда, егер бақыланатын деңгейдің мәні асып кеткен жағдайда, негізгі шектеулерге сәйкестігін тексеру және қосымша қорғау шараларын енгізу қажеттілігін бағалау қажет.

SAR параметрі - дене электромагниттік сәулеленуге ұшыраған кезде биологиялық матамен қандай қуат сіңгенін сипаттайтын мән. SAR екі жолмен анықталуы мүмкін. Бірінші әдіс бойынша салмағы 1 грамм ұшықтағы SAR орташа мәні, ал екіншісі 10 грамм ұшықтағы орташа мәні есептеледі. Ең үлкен қызығушылық-бас аймағы, әсіресе, ми. SAR мобильді байланыс құралдарын жобалау кезінде ескеру маңызды, себебі оның шамасы регламенттелген және қабылданған стандартты мәндерден аспауы тиіс. Швецияда және Батыс Еуропаның қалған бөлігінде ең жоғары орташа шама Электротехникалық стандарттау жөніндегі комитеттің Еуропалық ұйымы (CENELEC) 10 грамм көлемінде 2 Вт/кг-ға белгіленген. Құрама Штаттарда және басқа да көптеген елдерде ең жоғары орташа шама стандарттар бойынша басқа ұйым - FCC - Федералдық коммуникация комиссиясы 1 грамм көлеміне 1.6 Вт/кг-да белгіленген [18].

Кейбір адамдар сынайтын және биологиялық матаның қызуына негізделмеген төменгі деңгейдегі өрістердің әсері (жылу әсері) әлі де даулы, кең талқылануда және SAR деңгейлері түсіндірілмейді [16]. Дегенмен, жасушалардың шағын топтары немесе жекелеген жасушалар аномальды жоғары өткізгіштікке ие болуы және тіпті өрістердің кіші деңгейлерінде қызып кетуі мүмкін, бұл олардың қайта оралуына әкелуі мүмкін (т.б. ыстық нүктелер).

3.1-кестеде бүкіл әлемдегі электромагниттік өрістерден адам денсаулығын қорғау бойынша негізгі әлемдік стандарттар көрсетілген. Олар сондай-ақ, SAR және стандарттарды іске қосу үшін Енді енгізілетін стандарттарды сынау әдістемелерін қамтиды.

3.2. кестеде ұялы телефондар мен осыған ұқсас аппараттар үшін қолданылатын нормалар берілген. Бұл мәндер қолданыстағы бастапқы құжаттардан тікелей алынған: АҚШ үшін ANSI/IEEE C95.1 [18] және басқа бірнеше елдер үшін, Еуропа және басқа көптеген елдер үшін ICNIRP.

Нормалардың екі деңгейі қолданылады: төменгі шама бүкіл дененің орташалануына сәйкес келеді және дененің жеке бөліктеріне (мысалы, бас) әсер етуді бағалау үшін пайдаланылатын жоғары шама. Бұл SAR жеке мәні текше формасындағы матаның көлемі ретінде анықталған матаның көлемі бойынша орташаланады. Америкалық талаптар халықаралық талаптардан ерекшеленеді, олардың талаптарында кеңістіктік орта шегі төмен және бұл шегі аз көлемде орташаланады (Юграмаларға қарама-қарсы тіндердің 1 грамм). Олар сондай-ақ SAR орташалануы тиіс ұзақ уақыт әсер (экспозиция) талап етеді.

3.1 кесте – Адам денсаулығын электромагниттік нольдерден қорғауға арналған негізгі әлемдік стандарттар

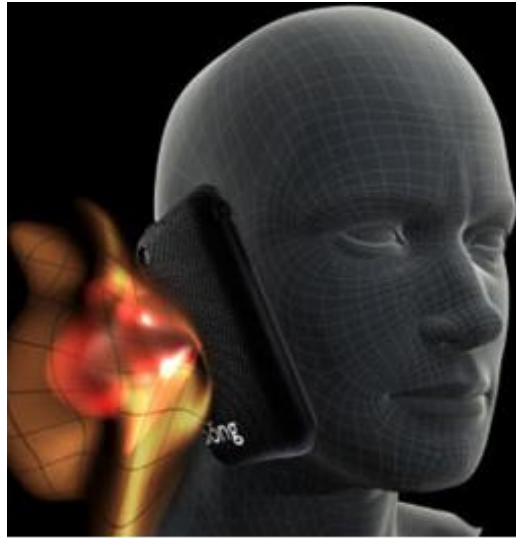
	Австралия	США	Европа	Япония	Международный
Өлшеу әдісі	ACA (old) EN 50361 (new)	ANSI C95.3 (old) IEEE 1528 (new)	EN 50361		IEC 62209 (draft)
Шектеpi	AS 2772.1 (old) ARPANSA (new)	ANSI C95.1	EN 50360 (Council Recommendation 1999/519/E C)	TTC/ MPT	ICNIRP (Health Physics April 1998, Volume 74, Number 4:494-522)

3.2 кесте – SAR нормалары

	Тұтас дене SAR	SAR кеңістігі	Орташа уақытты құрау	Орташа массаны құрау
Азия	0.08 W/kg	2 W/kg	6 минут	10 г
АҚШ	0.08 W/kg	106 W/kg	30 минут	100 г

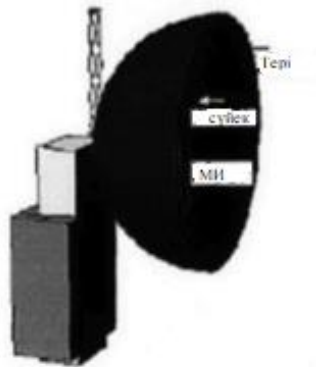
**3.4 Электромагниттік өріс әсерін арнайы адам денесінің моделінде сипаттау және SAR есептеу**

Соңғы зерттеулердің көпшілігі адам денесінің жалпақ, цилиндрлік және сфералық модельдерінің көмегімен жүргізілді. Бұл модельдер математикалық есептеулер үшін қарапайым болғандықтан болды. Геометриялық пішінімен ерекшеленетін осы бірнеше модельдердің арасында сферамен модельдеу ең кең таралған. Бұл электрлік барлау, метеорология және океанология, радиолокация, астрономия, биохимия және биомедициналық зерттеулерді қамтитын кең қолдану саласына байланысты. Әсіресе биологиялық зерттеулерде жалпақ модельдерді қолдана отырып, электромагниттік сәулеленудің сіңуін зерттеу өте қиын, өйткені бұл модельдер нақты биологиялық объектінің айтарлықтай күрделі формасын, әсіресе дененің қисықтығын ескере алмайды [19].

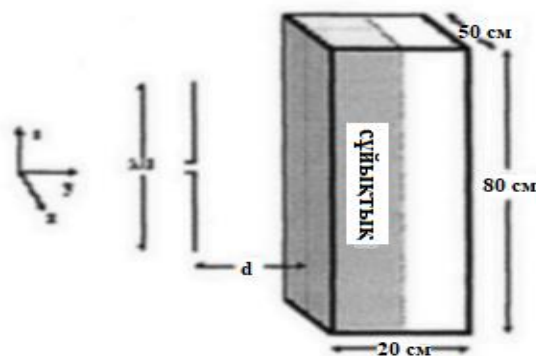


3.1 сурет – Адам басының компьютерлік моделі

3.3 суретте үш қабатты сфера түрінде адам басының моделі бейнеленген. Үш қабатты модельдеу үшін мидың, сүйектің және терінің электрофизикалық параметрлері пайдаланылды.



3.2 сурет – Адам басының сфера тәрізді үш қабатты моделі



### 3.3 сурет – Үш қабатты сфера түрінде адам басының моделі

3.3 - суретте өлшемдері 50 см x 20 см x 80 см болатын тікбұрышты манекен. Манекеннің қалыңдығы 1 см болатын раковина бар, ол салыстырмалы өткізгіштігі мен өткізгіштігі төмен материалдан жасалған ( $\xi_r = 4$ ,  $\sigma = 0,009 \text{ S / m}$ ). Ішінде манекен диэлектрлік қасиеттері сипатталған тіндерге 10 см тереңдікке дейінгі сұйықтықпен толтырылған [13]. Жартылай толқын, жіңішке сым антенна-вибратор, суретте көрсетілгендей, үлгінің үлкен жағына параллель орналастырылған.

Адамдық модельдеуге арналған басқа манекендер де бар, олар жиі қолданылатын манекен - SAM манекені. SAM - американдық армия персоналын антропоморфты зерттеу кезінде жасалған ересек ер адамның басын өлшеу нәтижелеріне негізделген жаңа модель. Матаның екі түріне қатысты. 1.8 -суретте көрсетілгендей, теріні білдіретін 2 мм қалыңдығы және ми тінін білдіретін біртекті сұйықтық. Бүгінгі күні стандартты манекен - бұл суретте көрсетілгендей егіз генеральды манекен. 1.9. Егіздердің жалпы манекені 52 еуропалықтардың антропоморфты зерттеуіне негізделген. Құлақ айналасындағы пішін деректердің 90 пайызына сәйкес келеді. Оның екі ұлпасы бар: бір мата - былғары, ал екіншісі - ішкі, біртекті сұйықтық.



3.4 сурет – Егіз адамдардың манекен

Бұл екі модель - біртекті модель. Бұл дегеніміз, ми тінінің диэлектрлік өткізгіштігі мен өткізгіштігінің тұрақты мәні бар біртекті диэлектрикпен имитацияланады. Дегенмен, Әртүрлі электр параметрлері бар әрбір ми тініне сәйкес келетін көптеген қабаттары бар манекеннің гетерогенді модельдері де мүмкін. Әрине, модельді біртекті үлгілеу оңай. Электр параметрлері әр түрлі стандарттарға байланысты екі біртекті модельде және әр түрлі формада ерекшеленеді. Электр параметрлері де жиілікпен өзгереді. Диэлектрлік өткізгіштігі ( $\epsilon_r = 4.5$ ) барлық жиіліктер үшін бірдей. Ми тінінің параметрлері 1.1 - кестеде көрсетілгендей өзгереді. Диэлектрлік өткізгіштігі егіздердің туыстық моделіне қарағанда SAM моделі үшін жоғары; бұл SAR шегі, жалпы,

егіздердің туыстық моделіне қарағанда SAM моделінде 10% жоғары. Алайда, айырмашылықтар екі үлгінің әр түрлі нысандарына байланысты [20].

SAM мультипликациясы үшін SAR сiңiру мөлшерi 10 грамнан асады - 1,5 Вт / кг. Жалпы егiздер үшiн екi модельдеу үлкен айырмашылықпен жасалды, нәтижесiнде: SAR мәнi сәйкесiнше 1,3 Вт / кг және 1,0 Вт / кг құрайды.

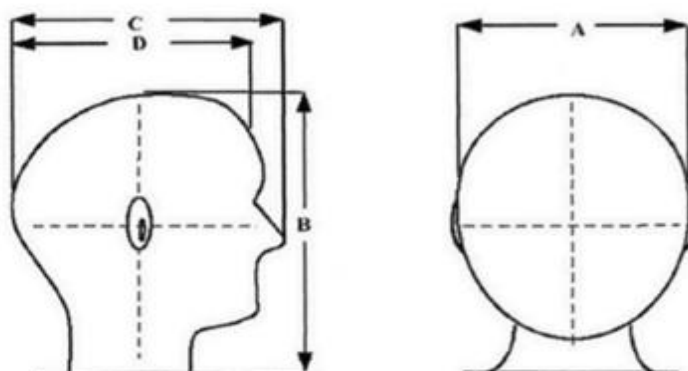
3.3 кесте – Осы екі манекенде қолданылатын ми тiнiнiң салыстырмалы диэлектрлiк тұрақтысы

Үлгi	Жиiлiк	Диэлектрлiк өтiмдiлiк	Өткiзгiштiк
Жақын егiзi	900 МГц	42,5	0,85
	1800 МГц	41,5	0,97
SAM	900 МГц	40,5	1,69
	1800 МГц	40,0	1,40

3.5 - сурет манекеннiң тағы бiр үлгiсiн көрсетедi, онда аузы мұрын мен иектiң жарты нүктесiнде орналасқан. Бiркелкi манекен үшiн терiнiң қалыңдығы 3 мм-ден аз және құлақтың күйiнде 6 мм болуы керек. Геометриялық параметрлердiң типтiк мәндерi 3.4 - кестеде көрсетiлген. Бiртектi манека жиi қолданылатындықтан, миды имитациялайтын тiндерге арналған жиiлiк диапазондарының диэлектрлiк қасиеттерi 3.5 - кестеде көрсетiлген.

3.4 кесте – Геометриялық параметрлерге арналған көрсеткiштiк спецификациялар.

	Модель 1	Модель 2
A	190	190
B	260	240
C	229	230
D	190	210



3.5 – сурет. Манекен басы үшiн алынған көрсеткiштiк геометриялық параметрлер



3.5 кесте – Ми тінінің синтетикалық имитациясының диэлектрлік қасиеттері.

Жиілік жолағы, МГц	Салыстырмалы диэлектрлік өткізгіштігі	Өткізгіштігі $\sigma$ (S/m)
800	46,3 ( $\pm 5$ )	0,73 ( $\pm 10$ )
900	45,8 ( $\pm 5$ )	0,77 ( $\pm 10$ )
1600	43,9 ( $\pm 5$ )	1,06 ( $\pm 10$ )
1800	43,5 ( $\pm 5$ )	1,15 ( $\pm 10$ )
2000	43,2 ( $\pm 5$ )	1,26 ( $\pm 10$ )
2500	42,5 ( $\pm 5$ )	1,54 ( $\pm 10$ )

Әр түрлі елдерде ұялы телефонның адам ағзасына әсер ету деңгейін шектеу стандарты қабылданған. Бұл стандарттар масса бірлігіне қуатты сіңіру тұрғысынан ерекшелікті қамтамасыз етеді, яғни ұялы телефонды пайдалану кезінде пайдаланушының басында туындаған меншікті сіңіру қуаты (Specific Absorption Rate) шамасын қамтамасыз етеді.

Бағдарламалық өнім Адам басына SAR таралуын нақты бағалау мақсатында тиісті сандық әдістерді пайдалана отырып, бас пен ұялы телефонның дәл және шынайы модельдерін құруға мүмкіндік береді. Берілген тапсырмаға сәйкес CST STUDIO SUITE бағдарламалық өнімі зерттелетін объектілердің 3D үлгілерін пішімдеуге және Адам басына SAR таралуын көруге мүмкіндік берді. CST STUDIO SUITE-бұл электромагниттік жүйелерді үшөлшемді модельдеу бағдарламасы, ол электромагниттік өрісті есептеудің әртүрлі әдістерін қолдануға мүмкіндік береді [24].

Адам денесі үлкен шығыны бар диэлектрлік материал болып табылады, бұл өз кезегінде электродинамикалық есептің шешімін қиындатады. Бірақ қазіргі уақытта ұялы телефон жұмысы кезінде адам денесінің сіңірілген қуатын азайту және есептеу әдістерін анықтау басым міндеттердің бірі болып табылады.

Бұл әдіс электромагниттік өріс модулін есептеудің арнайы режимін қолданудан тұрады: қисық үлгіні қиып өтетін сызық бойымен. Бұл жағдайда электромагниттік өріс Модулінің басты антеннадан алып тастауға тәуелділігін есептеуге болады.

Сонымен қатар, электр энергиясын өндіру үшін электр энергиясын өндіру және тарату үшін электр энергиясын өндіру және тарату үшін электр энергиясын өндіру үшін қолданылады. Биологиялық жүйелердегі немесе тіндердің үлгілеріндегі салыстырмалы сіңіру (SAR-Specific Absorption Ratio) және салыстырмалы сіңіру (SA) жылдамдығының сипаттамалары радиожиіліктегі тестілік шамалар ретінде қабылданды. SAR [Вт/кг] көрсеткіші осы көлемдегі материалдың тығыздығына байланысты сызықтық ұлғаятын массада сіңірілген (немесе шашыраңқы) желілік өсу энергиясының уақыт бойынша туындысы ретінде анықталады. SA [Дж/кг] шамасы-түсетін және жұтылған энергияның жалпы

сомасы, соңғы уақыт аралығында интегралды SAR береді. SA және SAR туралы ақпарат жануарлар мен адамдардың түрлі ұлпалары үшін эксперименттік нәтижелерді салыстыру және экстраполяциялау үшін критерий болып табылады. Бұл сондай-ақ биологиялық құбылыстардың әртүрлі модельдер мен объектілерде тәуелділігін талдау кезінде пайдалы.

SA және SAR анықтау ЭМӨ жақсырақ, өйткені келесі көрсеткіштерге ие:

- 1) алаңды биологиялық объектінің реакциясымен байланыстырады,
- 2) биологиялық құбылыстарды түсінуді жеңілдетеді және
- 3) өзара іс-қимыл тетіктеріне байланысты емес.

Қозғалған электр өрісін  $E$  [В/м] есептеу негізінде келесі арақатынастан SAR [Вт/кг] шамасы анықталады:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho}$$

мұндағы,  $\sigma$ -материалдың осы көлемдегі өткізгіштігі, См / м;

$E$ -өріс кернеулігі, В / м;

$\rho$  - заттың меншікті тығыздығы, кг/м<sup>3</sup>.

SAR сіңіру қарқындылығы мен тоқтың тығыздығы  $J$  анықталды электр өрісінің күшінің таралуы, массаның тығыздығы  $\rho$  (кг/м<sup>3</sup>). және электр өткізгіштігі  $\sigma$  (См/м).

$$J = \sigma \times E$$

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} \quad (3.1)$$

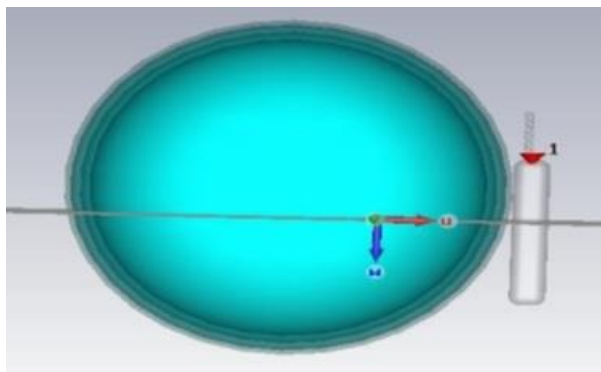
SAR параметрі және тоқ тығыздығы - маңызды далалық сандық көрсеткіштер, әсіресе, қауіпсіз рұқсатнамалар мен сәулелену дозасын сандық бағалау үшін қолданылады. Электромагнитті өрістің адамға әсер ету саласындағы көптеген ұлттық және халықаралық стандарттар мен басшылық құжаттар негізгі шектеулермен келісуді талап етеді. Жоғары жиіліктегі диапазонда негізгі шектеулер SAR терминдерінде беріледі және төмен жиіліктегі диапазонда негізгі шектеулер тоқ тығыздығы терминдерінде беріледі[20].

Осылайша, бастау кезінде тіннің температурасының жоғарылауы және ЖЖ энергия жұтудың барлық өтпелі процесі SAR мәніне пропорционалды. SAR және оның температурасы бойынша алынған туындысын ажырату маңызды. SAR-қуатты сіңіру көрсеткіші. Ол, мысалы, қозғалыс, үйкеліс немесе басқа физикалық құбылыстар тудыруы мүмкін жылудың пайда болу механизміне байланысты емес. Бұл электр өткізгіштігін пайдалануға және біртекті биологиялық ортада қуаттың шашырауына ғана қатысты шама.

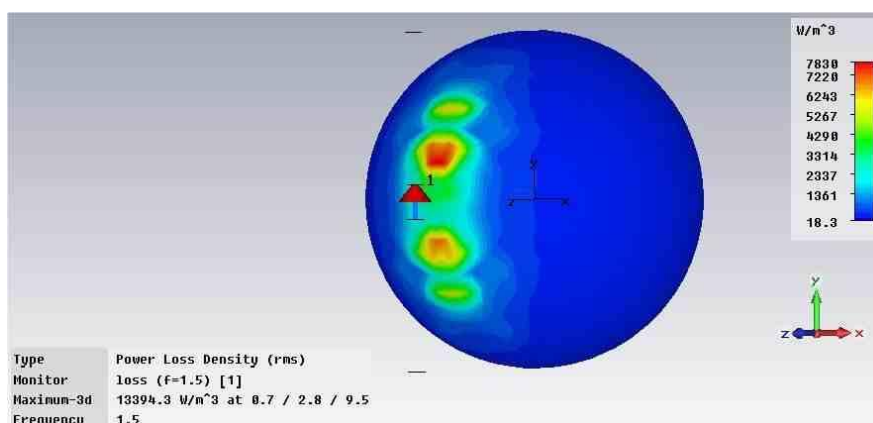
Ұялы телефон пайдаланушы басында сіңіру қуатын есептеу үш қабаттан тұратын биологиялық нысан моделі негізінде негізделген: тері, сүйек, ми.

Бас моделінің құрылымын қоздыру үшін сәулелендіру ретінде ұялы телефонның жеңілдетілген моделі қолданылады (3.6 сурет).

Өтпелі процесс аяқталғаннан кейін бағдарламалық өнім есептеу кеңістігінде электр өрісінің таралуын, сондай-ақ шығын қуатының тығыздығын көрсетуге мүмкіндік береді (3.7 сурет).

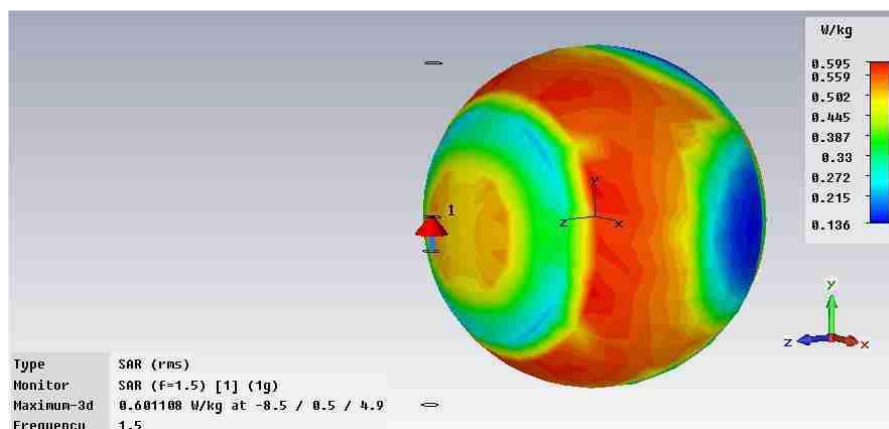


3.6 сурет – Ұялы телефон мен ұялы телефонның бас моделі



3.7 сурет – Шығын қуатының тығыздығын есептеу

Зерттелетін объектінің беті бойынша салмақ бірлігіне сіңірілетін қуатты бөлу (3.8 - сурет):



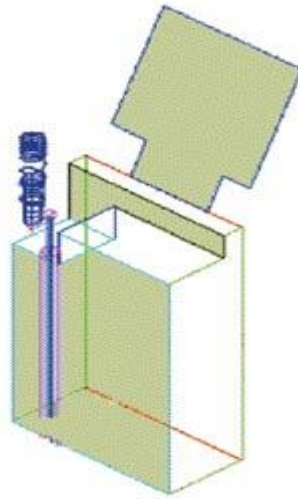
3.8 сурет – Бас моделінің беті SAR бойынша бөлу

3.6 кесте – 0,9 және 1,9 жиіліктері үшін адам басының үш қабатты моделінің параметрлері (жақшада) ГГц

Зат	Қалыңды қ, мм	Сфера шекарасын ың радиусы, мм	Салыстырма лы диэлектрлік өткізгіштігі, $\epsilon$	Қабаттың өткізгішті гі, См/м	tg [6]	Қабаттың тығыздығы кг/м <sup>3</sup>
Ми		48	53 (46)	1,1 (1,7)	0,415 (0,369 )	1030
Сүйе к	3		9 (8)	0,06 (0,1)	0,133 (0,125 )	1800
Зат	Қалыңды қ, мм	Сфера шекарасын ың радиусы, мм	Салыстырма лы диэлектрлік өткізгіштігі, $\epsilon$	Қабаттың өткізгішті гі, См/м	tg [6]	Қабаттың тығыздығы кг/м <sup>3</sup>
Тері	1		59 (46)	1,3 (1,9)	0,44 (0,41)	1100

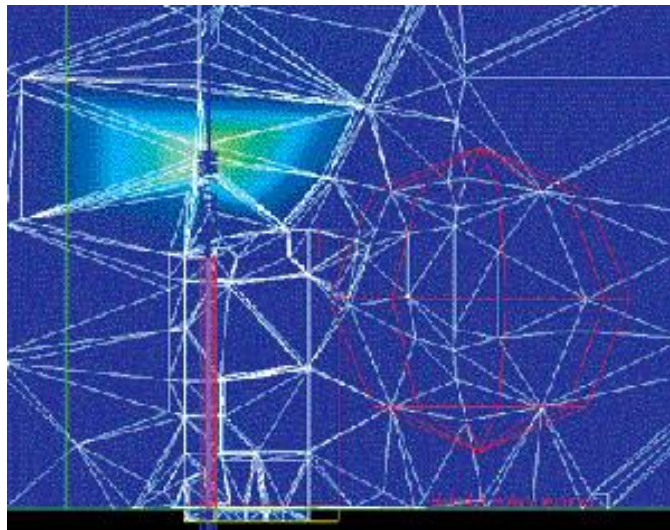
Берілген өткізгіштігі бар үш өлшемді объектілерді біріктіру және азайту операцияларының көмегімен кез келген күрделіліктегі бас үлгісін құруға болады [21], [22].

Сондықтан, мүмкін, көзден аластаған кезде тегіс құлау керек өріс, Егер бөлшектеу өрескел болса, шешімде секірулер бере алады. Талданатын кеңістікке объектіні, мысалы, бас үлгісін енгізген кезде, бұл қателік азайтылуы мүмкін, өйткені тетраэдрдің шыңдары (3.9 сурет) бас қабатының шекарасында орналасады.



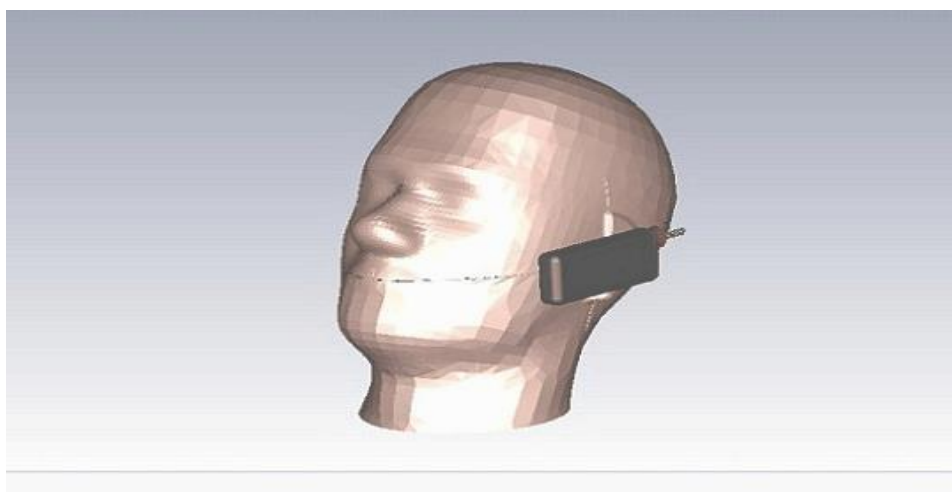
3.9 сурет – Талдау үшін бастапқы телефон құрылымы

Жоғарыдан қуыс көрінеді. Тетраэдраға бөлу барлық талданатын кеңістіктің тік қимасында көрсетілген. Оң жақта бас моделінің сферасы көрінеді.

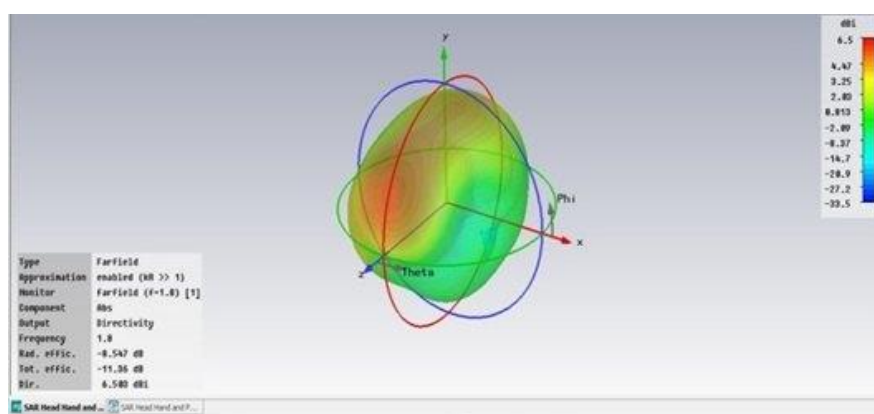


3.10 сурет – Сирек адымы бар секциядан және жиі адымы бар секциядан тұратын антенна маңындағы электр өрісі.

Антенна жүйесінің жақын өрісі көбінесе реактивті сипатқа ие, яғни сәулелену нүктесінен радиалды желі бойынша сәулеленетін объектіге жақын қуаттың орнын ауыстыру бағыты (Пойнтинг векторы) міндетті емес. Жақын және алыс өрістердің шекарасы болып жалпақ толқын антеннадан қатаң тарайтын қашықтық саналады [23].

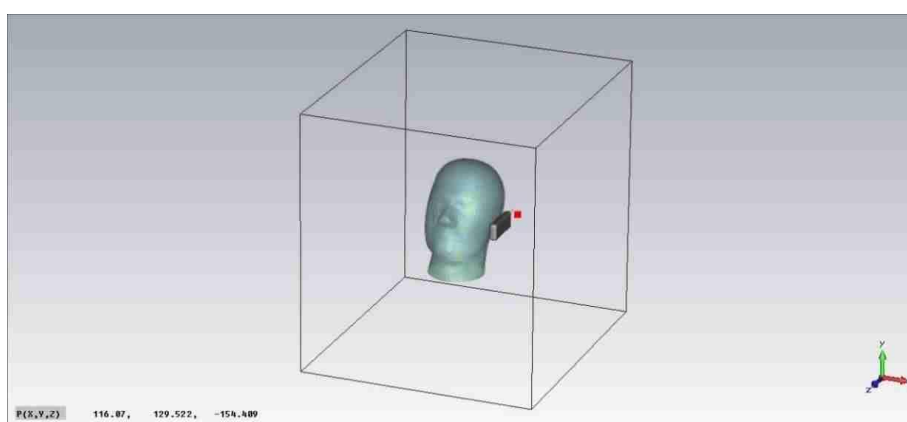


3.11 сурет – Адам басының стандартты моделі



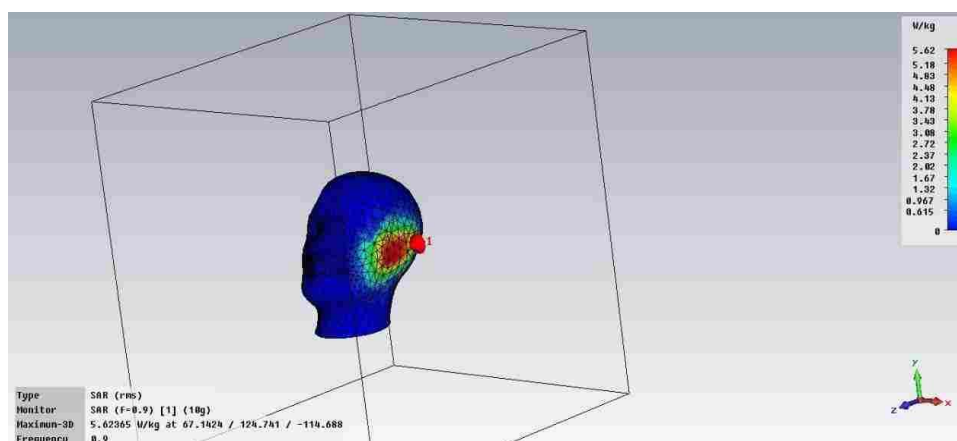
3.12 сурет – SAR бас және ұялы телефон модельдерін бөлу

Сәулелену құрылғысының орналасуына байланысты Меншікті сіңіру қуатының (SAR) деңгейін қарастырайық. Телефон басына тығыз орналасқан жағдай бар.

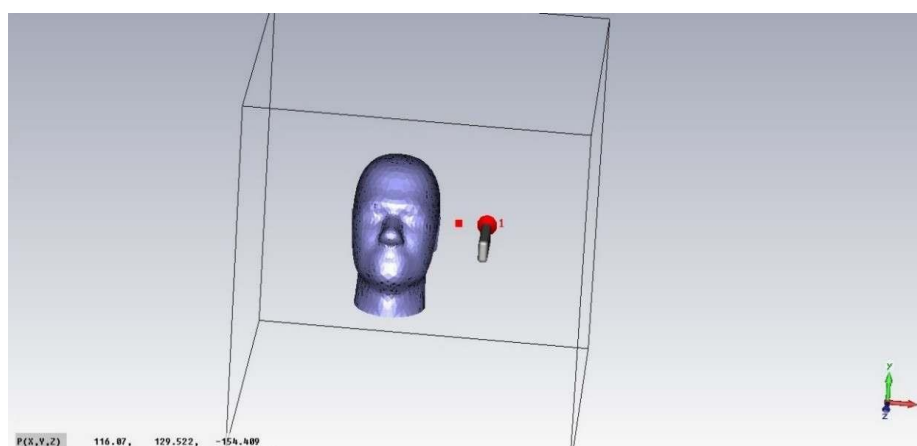


3.13 сурет – Сәулелендіру құралының (телефонның) орналасуы

Өтпелі процестер аяқталғаннан кейін меншікті сіңіру қуатын бөлу келесі түрді алады :



3.14 сурет – Бас моделінің беті бойынша SAR бөлу  
Телефонды адамның басынан шамамен 15 см-ге тең қашықтыққа ЖЫЛЖЫТАМЫЗ:



3.15 сурет – Ұялы телефонның орналасуы 15 см жою

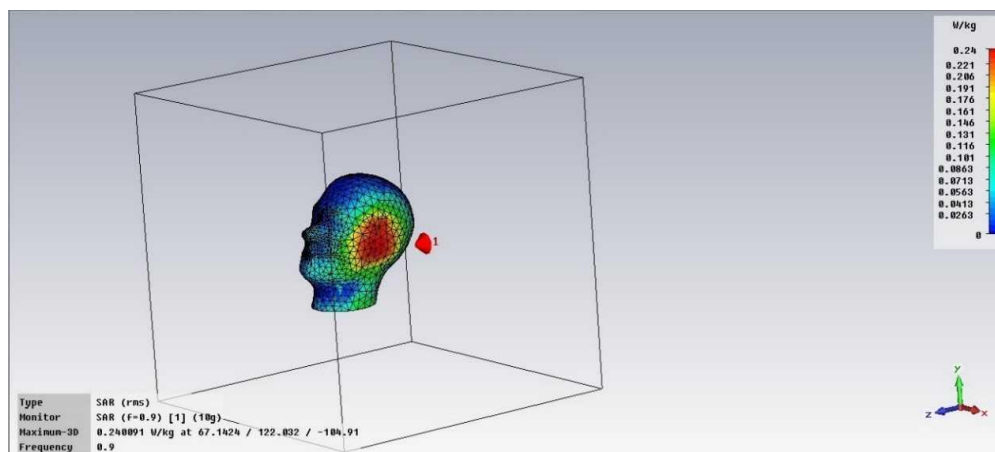
3.7 кесте – Ұялы телефон корпусынан алыстатылған кезде қималарда орналасқан жазықтықтар нүктелеріндегі өрістің максималды кернеулігі

Жазықтық аты	Корпустаң жою, мм	Өрістің максималды кернеулігі, В/м	
SAR_18 max	18	F = 1,2 ГГц	F = 1,95 ГГц
SAR_24 max	24	519	1166,3
SAR_26 max	26	660,3	581,2
SAR_30 max	30	808,2	692,7
SAR_100 max	100	148,8	363,8
SAR_18 max	18	87,5	250,7

Бұл деректер бастапқы болып табылады, оларға қатысты телефон түтігінің құрылымы өзгерген кезде жүйенің өрістері мен сипаттамалары

есептеледі. Нәтижелерді түсіндіру (кесте. 2) суретте келтірілген. 4, онда ұялы телефон корпусының ең жақын қабырғасынан 18 және 100 мм қашықтықтағы екі жазықтық және осы жазықтықтардағы өріс бейнесі көрсетілген, онда ең жоғары кернеулі нүктелерді табуға болады.

Өтпелі процесс аяқталғаннан кейін меншікті сіндіру қуатын бөлу мынадай болады:



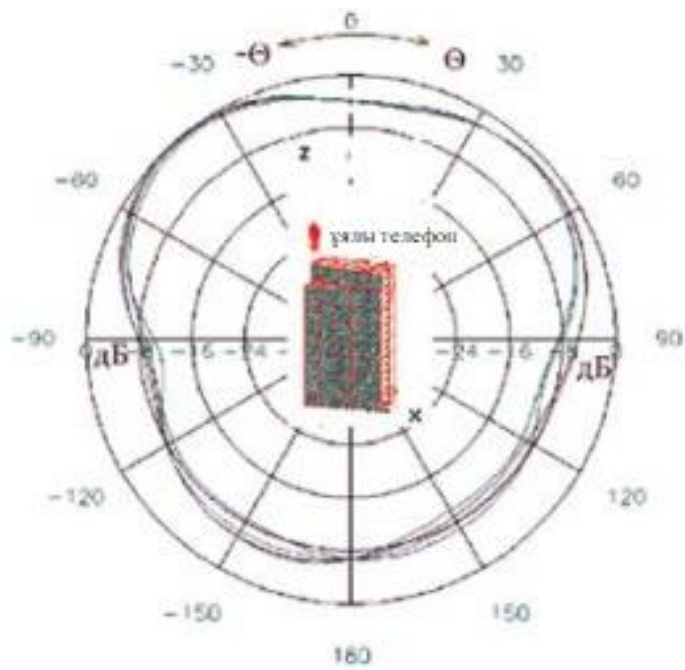
3.16 сурет – 9 -15 см сәулелену көзін жою кезінде бас моделінің бетіне SAR бөлу

$$\frac{W_{1\max}}{W_{2\max}} = \frac{5.6}{0,24} \approx 23$$

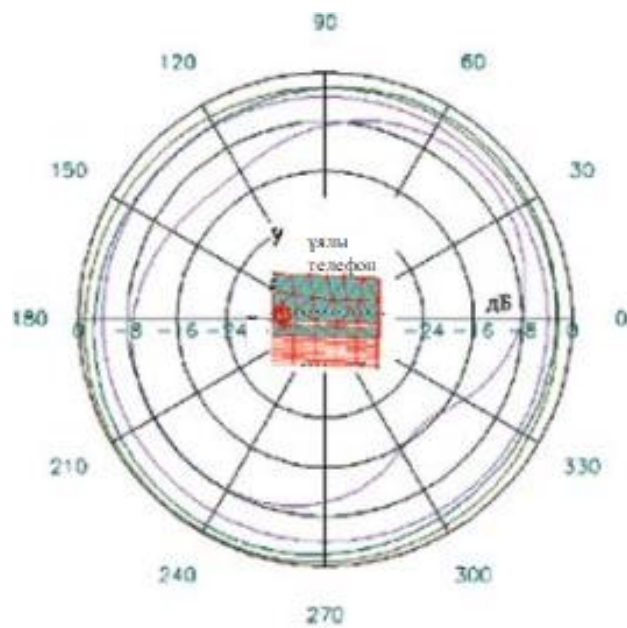
SAR есептеулерін талдау адам басынан ұялы телефонды алып тастағаннан кейін меншікті сіндірілген қуат көлемі 20 еседен астам азайғанын көрсетті.

SAR есептеулерін диаграмма түрінде көрсететін болсақ. Телефонның бағыт диаграммалары төменгі суретте көрсетілген.

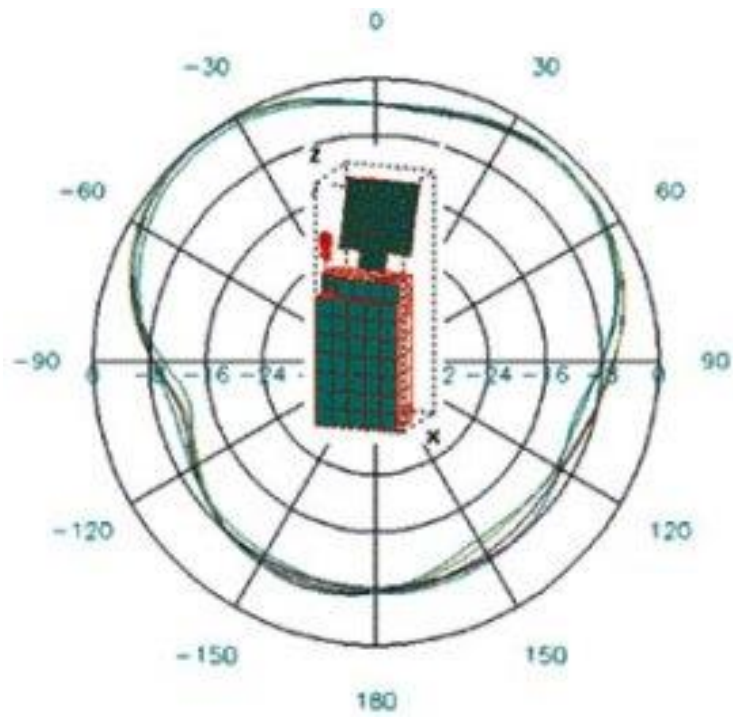




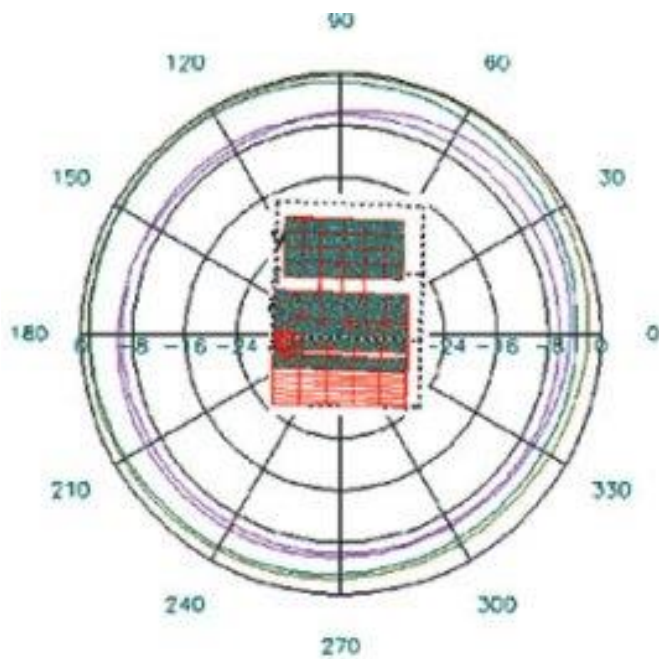
3.17 сурет – Бастапқы сәулелену құрылымының бағытталуының бұрыштық диаграммасы



3.18 сурет – Антенна құрылымы бағытының азимуттық диаграммасы



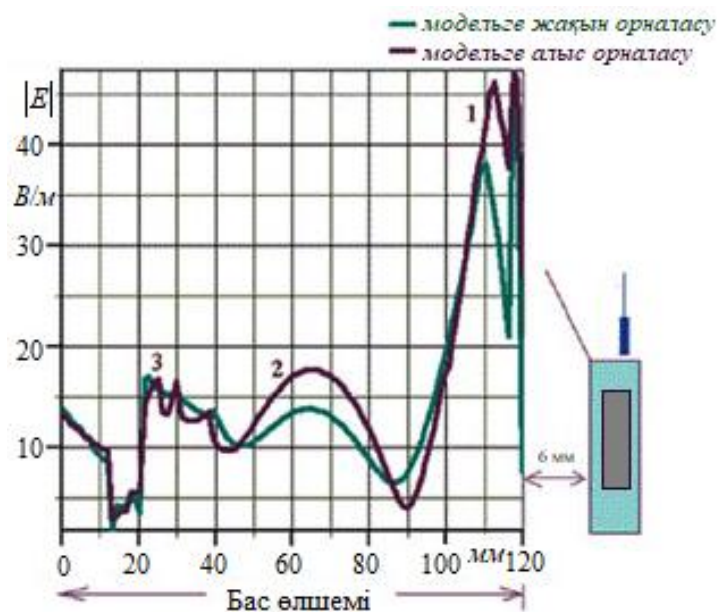
3.19 сурет – Бағыттылықтың бұрыштық диаграммасы



3.20 сурет – Бағыттылықтың азимуттық диаграммасы

Бұл жағдайда өрістің ең көп өрісі телефонның корпусына жақын орналасқанымен, кеңістікте біркелкі бөлінгенін көрсетті.

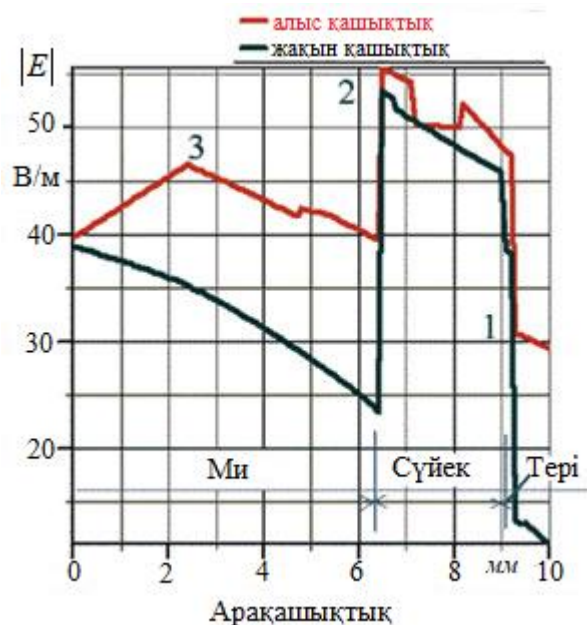
Бұл үшін телефонның корпусына перпендикуляр және бас моделінің қабаттары арқылы өтетін алдын ала анықталған сызық бойымен өрістің сипаттамасын шығару қолданылады [23].



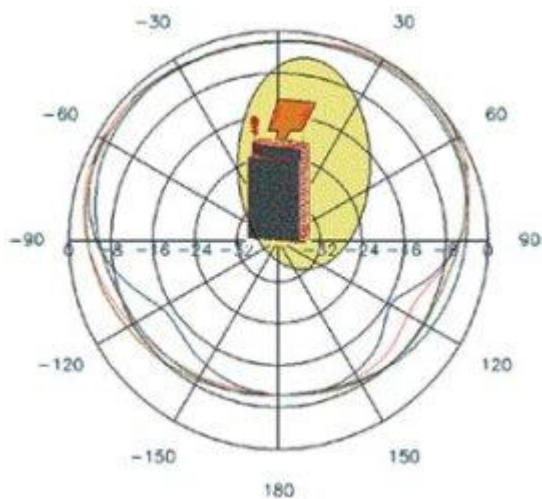
3.21 сурет – X осі бойындағы өріс кернеулігі, бастың үлгісінен алып тастауға қарай

3.21 - сурет, дұрыс координатасы  $x = 82$  телефон корпусының бас модельге жақын нүктесіне сәйкес келеді.  $X = 82$  координатасымен нүктенің сол жағына,  $x = 72$  нүктесіне жылжу кезінде өрістің беріктігі жоғары болатын кесінді көреміз. Бұл телефоннан басына дейінгі кеңістік.

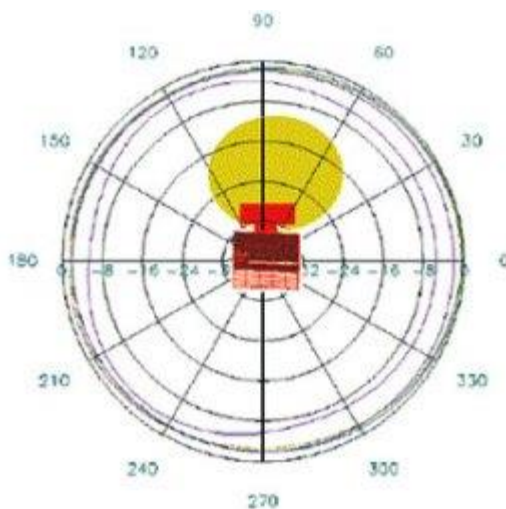
Бас моделі шегінде өрістің кернеулігін бөлудің толық суретін алу үшін, басқа масштабты енгіземіз (3.22 - сурет).



3.22 сурет – Бас моделінің бірінші және екінші қабатындағы өріс кернеулігінің бейнесі (телефонның корпусына ең жақын бастың бірінші қабатындағы үлкейтілген масштабы)



3.23 сурет – Басы бар бұрыштық жазықтықтағы бағыттылық диаграммасы, жиілігі 0,8 ГГц



3.24 сурет – Бастың үлгісін есепке ала отырып, азимутальды жазықтықтағы бағытталу диаграммасы, 0,8 ГГц

Қозғыш көздің амплитудасына (синусоидалы заңға сәйкес өзгеруі мүмкін), өрістің күші кеңістіктегі әр нүктеде де өзгереді, өйткені жақын өрісте толқындардың жоғары түрлері сызықтық өзгереді, бірақ фазалық қатынастар кеңістіктегі өрістің суретін өзгертеді [23].

Осылайша, сәулелену қуаты өзгергенде, кеңістіктің әрбір нүктесінде жоғары толқындардың амплитудалары сызықтық өзгереді, бірақ нәтиже өрісі күрделі сипатқа ие болады. Біз мұнда бейсызық ортамен емес, интерференциямен (толқындардың әртүрлі түрлерін қосу).

Егер қозу параметрлерін өзгертсеңіз, жақын өрісті бөлу суретте көрсетілген өріске өзгереді.. Мұндай таралу сипаты антенналық жүйенің жақын өрісінде жоғары типтегі толқындардың суперпозициясымен түсіндіріледі.

Жоғарғы суреттерде көрсетілген нәтижелер, SAR мәнін есептеу үшін қолданылады.

$$SAR_1 = \frac{31^2 \times 1.3}{1100} = 1.14 \text{ Вт/кг}$$

$$SAR_2 = \frac{55^2 \times 0.06}{1030} = 0.18 \text{ Вт/кг}$$

$$SAR_3 = \frac{46^2 \times 1.1}{1030} = 2.25 \text{ Вт/кг}$$

Бұл әдіс бастың кез келген нүктесінде қуатты жұтуды есептеуге болады. Телефон корпусы мен барлық антенналық жүйенің ерекшелігіне байланысты жақын өрісті баста шоғырландырады, себебі антенна бар телефон корпусынан алып тастай отырып, өрістің монотонды құлдырау сипаты жоғалады. Әрине, осы нүктелердің кеңістігіндегі орташаланған қуат статистикалық талдауды қолдана отырып, есептеу керек. Алайда, есептеулер көрсеткендей, кішігірім металл заттар, мысалы, құлақ сырғалары, статистикалық тұрақты өрістер арқылы дене кеңістігінің нүктелерінде айтарлықтай қуат бере алады!

Бастың бағытына бағытталу диаграммасы бағыттылықтың азимуталды диаграммасында құлау болады, себебі бұл бөлімде сәулеленетін қуат көлеңкеленеді.

Суретпен салыстырғанда бағытталған диаграммалар, 1 көрсетеді...3 дБ барлық бағыттарда аз сәулелену, бірақ біркелкі. Бұл түсінікті-антенна жүйесінің жанында жұтатын қасиеттері бар объект бар. Алайда, азимуталды түбі әртүрлі көлбеу бұрыштары үшін бірдей.

Ұялы телефондардың SAR деңгейі-бұл ұялы телефондардың түрлі модельдерінің электромагниттік сәулеленуінің ең жоғары мөлшерін сипаттайтын көрсеткіш.

Бүгінгі күні ұялы телефондардың адам ағзасына әсер етуі әбден мүмкін деген үлкен құпия емес. Бұл әсер туралы көптеген даулар бар. Кейбір ғалымдар телефондардың сәулеленуі адамның денсаулығына айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін екенін дәлелдеуге тырысады. Басқа керісінше, белгілі бір нормадан аспайтын телефондардың сәулеленуі адам ағзасына зиянсыз. Олардың кімге сену - сізге шешу. Бұл тақырыпта көптеген мақалалар бар, сондықтан бұл мәселеде егжей-тегжейлі тоқтап қалмаймыз.

Ұялы телефондардың ең жоғары сәулеленуін бағалау үшін SAR шамасын пайдаланады.

SAR (Specific Absorption Rate) - бұл адам ағзасының электромагниттік сәулеленуін сiңіру коэффициенті. Кг (Вт/кг) Ваттпен өлшенеді.

Ұялы телефонның SAR-ы сертификатталған болуы үшін белгілі бір мөлшерден аспауы керек. АҚШ-тағы байланыс жөніндегі федералдық комиссия (FCC), Канада өнеркәсіп министрлігі (IC), сондай-ақ кейбір басқа

елдердің реттеуші органдары 1 г дене тініне қайта есептегенде 1,6 Вт/кг тең SAR нормасын қабылдады. Еуропалық Одақ елдерінде 10 г мата үшін 2 Вт/кг тең SAR нормасы қабылданған.

Ұялы телефондар үшін әдетте ең жоғары SAR деңгейі көрсетілгенін атап өту қажет. Яғни, бұл шама телефонның электрмагниттік сәулеленуін максималды қуатпен сипаттайды. Іс жүзінде SAR ағымдағы мәні көбінесе төмен және көптеген факторларға байланысты. Мысалы, әлсіз қабылдау аймағында ағымдағы SAR деңгейі сенімді қабылдау аймағында жұмыс істейтін сол телефон үшін SAR-дан жоғары болады. Сондай-ақ, байланыс орнатылған кезде SAR деңгейі жоғары болады, өйткені телефон осы уақытта, жиі сөйлесу кезінде қарағанда үлкен қуатпен жұмыс істейді [24].

### 3.8 кесте – Xiaomi, Huawei ұялы телефондарының SAR деңгейі

Модель	SAR 10g	SAR 1g
Жиілік жолағы GSM	900; 1800	900; 1800
Xiaomi Mi 2	1.370	
Xiaomi Mi 2A	1.620	

#### 3.8 кестенің жалғасы

Модель	SAR 10g	SAR 1g
Xiaomi Mi 2S	1.370	
Xiaomi Mi 3 2013063		1.100
Xiaomi Redmi Note 3 Pro Kenzo 2015116	0.490	1.256
Xiaomi Redmi Note 4 2016100	0.724	
Xiaomi Redmi Note 4 Pro	0.724	
Xiaomi Redmi Note 4G 2014712		0.875
Xiaomi Redmi Note Prime		0.497
Xiaomi Redmi Pro	0.560	
Huawei U8180 Ideos X1	1.080	1.340
Huawei U8185-5 Ascend Y100	0.680	0.990
Huawei U9200 Ascend P1 P1s LTE	0.570	0.750

Келесі кезекте iPhone үшін SAR сипаттамалары смартфондар пайдалану нұсқауларында берілген. Төменде радиожилік энергиясы мен SAR деңгейіне қатысты нұсқаулықтардың үзінділері бар. iPhone смартфонны үшін бірінші буын SAR деңгейі 0,97 Вт / кг құрайды.

"Мобильді құрылғының оңтайлы сипаттамаларына қол жеткізу және радиожилік энергиясы FCC, IC және Еуропалық Одақ белгілеген нормативтерден аспайтынына кепілдік беру үшін келесі нұсқаулар мен ережелерді сақтау қажет. Кіріктірілген iPhone радио қабылдағышын сөйлесу кезінде пайдаланған кезде, ДОК-станциясының қосқышы иық бағытына төмен қарай бағытталатындай етіп iPhone ұстаңыз; бұл антеннаға дейінгі қашықтықты арттыруға мүмкіндік береді. iPhone дауыстық байланыс немесе ұялы байланыс желісі бойынша сымсыз ақпарат беру үшін пайдаланғанда,

iPhone денесінен кемінде 15 мм қашықтықта ұстаңыз және металл бөлшектері жоқ және iPhone мен дене арасындағы кемінде 15 мм қашықтықты қамтамасыз ететін қаптарды, ұстағыштарды және бекітпелерді пайдаланыңыз.

iPhone АҚШ-тағы Федералдық байланыс комиссиясы (FCC), Канада өнеркәсіп министрлігі (IC) және Жапониядағы, Еуропалық Одақтағы және басқа елдердегі реттеуші органдар белгілеген радиожілік энергиясының әсер ету шектеулеріне сәйкес жасалған және жасалған. Әсер ету стандарты меншікті сіңіру коэффициенті немесе SAR деп аталатын өлшем бірлігін пайдаланады. iPhone-ға қолданылатын SAR шекті мәні ЕО Кеңесінің ұсынымдарына сәйкес FCC талаптарына сәйкес 1,6 Вт/кг, іс талаптарына сәйкес 1,6 Вт/кг және 2,0 Вт/кг тең. SAR тестілеу осы агенттіктермен орнатылған стандартты жұмыс ережелерінде (мысалы, құлақта және денеде) жүргізілді, сонымен қатар iPhone барлық тестіленуші жиілік жолақтарында рұқсат етілген қуатты максималды деңгейде беруді жүзеге асырды. Әрбір жиілік жолағындағы SAR мәні ең жоғары рұқсат етілген қуат деңгейі үшін анықталған, сондықтан iPhone сымсыз желіге жақынырақ, соның ішінде, ұялы байланыс қуатын реттеуге байланысты телефонның нақты SAR деңгейі ең жоғары мәннен айтарлықтай төмен болуы мүмкін. Тұтастай қарағанда, жақын Сіз базалық станцияның ұялы байланыс желісінің төмен қуаты сигнал беру, ұялы байланыс.

Ұялы байланыс, Wi-Fi және Bluetooth пайдалану кезінде iPhone-ның FCC, IC және ЕО талаптарына сәйкестігі сыналған және расталған. Келесі кестеде құлақта және денеде (iPhone денеден 15 мм қашықтықта орналасқан) iPhone пайдалану кезінде әрбір жиілік жолақтары үшін ең жоғарғы SAR мәні келтірілген.

3.9 кесте – iPhone ұялы телефондарының SAR деңгейі

Модель	SAR 10g	SAR 1g
Жиілік жолағы GSM	900 1800	900 1800
Apple A1429 iPhone 5	0.750 0.900	0.970 1.250
Apple A1457 iPhone 5S	0.600 0.800	0.780 1.180
Apple A1507 iPhone 5C	0.750 0.960	1.190 1.170
Apple A1723 iPhone SE	0.720	1.170
Apple A1778 iPhone 7	1.380	1.190
Apple A1784 iPhone 7 Plus	1.240	1.190
Apple A1784 iPhone 8 Plus	1.360	1.450
Apple A1784 iPhone X	1.480	1.610
Apple A1784 iPhone 11	1.600	1.780

### 3.10 кесте – SAR Samsung. Samsung ұялы телефондарының SAR деңгейі

Модель	SAR 10g	SAR 1g
Жиілік жолағы GSM	900 1800	900 1800
Samsung SM-G955F Galaxy S8+ Plus	0.260	
Samsung SM-G950F Galaxy S8	0.315	
Samsung SGH-I187 Ativ S Neo Cronus LTE	0.180	0.980
Samsung GT-E1080w	0.660	
Samsung SM-A9000 Galaxy A9	0.183	
Samsung SM-R735 Gear S2 Classic (Uhr)	0.222	
Samsung SM-N930F Galaxy Note 7	0.249	
Samsung SM-R770 Gear S3 Classic (Uhr)	0.262	
Samsung SM-G935F Galaxy S7 Edge Hero2	0.264	

## 4 Зерттеу бөлімі

### 4.1 ПЗ-33М өлшеуіші

Біз адам ағзасы мен электромагниттік өрістің байланысын виртуалды түрде модель арқылы бақылап көрдік. Ендігі кезекте осы тәжірибеден нақты ақпарат алу үшін біз екі түрлі құрылғы арқылы тәжірибе жасап қарастырдық. Сол жасалған жұмыстың негізгі бөліктерін талдап қарастырсақ.

ПЗ-33М аспабының сипаттамасы:

Өлшеу құралы электромагнитті өрістің деңгейлерін электромагнитті қауіпсіздік бойынша нормалардың талаптарына сәйкестігіне бақылау жүргізу кезінде 0,3-тен 18 ГГц-ке дейінгі жиіліктер диапазонында үздіксіз генерациялау режимінде ЭӨ өлшеуге арналған.

0,3 жиіліктер диапазонында үздіксіз генерация режимінде ППЭ өлшеу үшін...18 ГГц электромагнитті өріс деңгейлерінің электромагнитті қауіпсіздік бойынша нормалардың талаптарына сәйкестігіне бақылау жүргізу кезінде, күштік, шаруашылық, коммутациялық және ақпараттық мақсаттағы электр жабдықтары болған кезде тұрғын және жұмыс үй-жайларындағы АЖЖ-сәулелену деңгейлерін өлшеуді жүргізу үшін, сондай-ақ далалық жағдайларда жұмыс істеу үшін аумақтарды кешенді санитариялық-гигиеналық тексеруді жүргізу кезінде.

ПЗ-33М өлшеуішінің ерекшеліктері:

Аспап мемлекеттік стандарт пен Ресейдің Мемэпидқадағалау Мемстандартының қолданыстағы құқықтық және нормативтік құжаттарына сәйкес электромагниттік сәулеленудің энергия ағыны тығыздығының биологиялық қауіпті деңгейін анықтау және бақылау үшін қолданылады.

Аспап күштік, шаруашылық, коммутациялық және ақпараттық мақсаттағы электржабдықтары болған жағдайда, сондай-ақ аумақтарды кешенді санитарлық-гигиеналық тексеру жүргізу кезінде тұрғын және жұмыс үй-жайларындағы АЖЖ-сәуле шығару деңгейлерін өлшеуді жүргізу үшін қолданылады. Өлшеуішті далалық жағдайда жұмыс істеу үшін пайдалануға рұқсат етіледі.



ПЗ-33М Электромагнитті өрістердің өлшеуіші электромагнитті өріс энергиясы ағынының тығыздығын тұрақты кернеуге түрлендіргіш-антеннадан және аналогты-цифрлық түрлендіруді, сигналды цифрлық өңдеуді және өлшеу нәтижелерін сұйық кристалды индикатордың экранына, сондай-ақ дербес ЭЕМ-ге шығаруды жүзеге асыратын өлшеу-индикациялық блоктан тұрады. Өлшеуіш антеннасында үш дипольді-детекторлы микросқұралдар бар, олар өзара-ортогоналды құрылымды құрайды. Әрбір дипольді микросқұралмен өлшенген ППЭ векторлық қосындысы ретінде анықталады.

Ерекшеліктері:

Радиотолқындарды өлшеу кезінде бірдей сезімталдық:

- жұмыс ауқымынан кез келген жиілік (кең жолақты);
- толқынның кез келген бағытымен (изотропия).

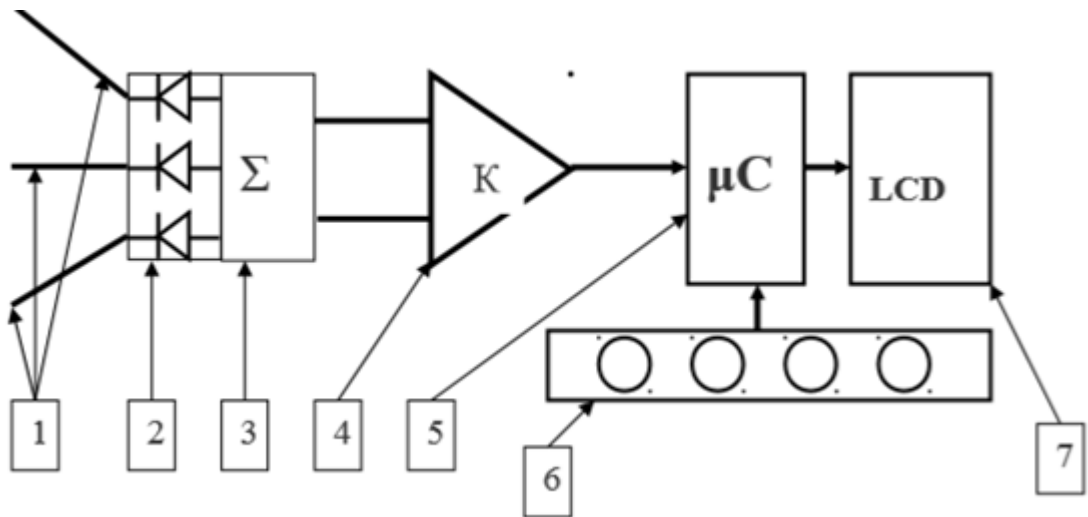
Өлшеу режимдерін таңдау:

- ағынның статистикалық сипаттамаларын анықтаумен (таңдалған уақыт аралығына орташа және ең жоғарғы мәндер);
- өлшеу нәтижелерінің массивтерін есте сақтау;
- уақытқа байланыстыра отырып (белдік немесе өлшеудің басынан бастап).

Компьютермен байланыс мүмкіндігі:

- барлық нәтижелерді компьютер жадына қайта жазу;
- деректерді мұрағаттау;
- объектілерді тексеру хаттамаларын дайындау.
- Аккумуляторларды Жылдам зарядтау жүйесі;
- Кіші габариттер және салмағы.

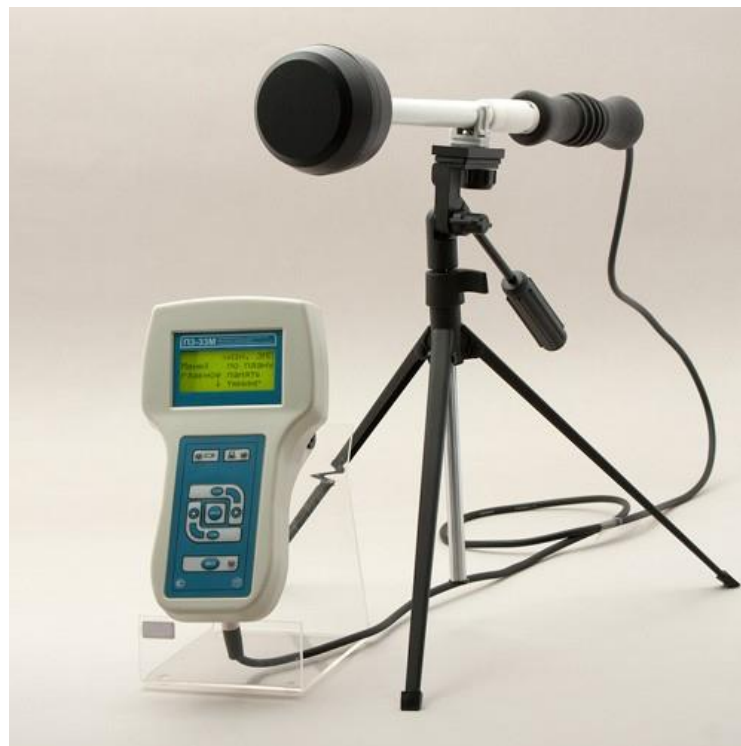
Өлшеуіштің құрылғысы мен жұмысы өлшеуіш электромагниттік сәулелену диапазонындағы АЖЖ энергия ағынының кернеулігі мен тығыздығының орташа мәндерін өлшеуді қамтамасыз етеді. Өлшеуіш айнымалы электр өрісінің кернеулігін тұрақты кернеуге түрлендіргіш-антеннадан және аналогты-цифрлық түрлендіруді, сигналды цифрлық өңдеуді және өлшеу нәтижелерін сұйық кристалды индикатордың экранына, сондай-ақ (қажет болған жағдайда) - дербес ЭЕМ-ге шығаруды жүзеге асыратын өлшеу блогынан тұрады. Өлшеуіш антеннасында үш дипольді-детекторлы микросқұралдар бар, олар өзара-ортогоналды құрылымды құрайды. Антенна к таралу векторы бар электромагниттік толқынның өлшенетін өрісіне енгізіледі. Өлшеу қателігін азайту, сондай-ақ құлайтын толқын жиілігін (егер ол белгілі болса) қою арқылы мүмкін. Бұл антеннаны түрлендіру коэффициентін анықтауға мүмкіндік береді (ол толқын жиілігіне байланысты өзгереді, бұл өлшеудің негізгі қателігіне әкеледі). Орташа алғанда, өлшеу жиіліктерінің диапазоны бойынша қателіктің 0,5 - 1 дБ кемуін күтуге болады [25].



4.1 сурет – ПЗ-П33 аспабының құрылымдық сызбасы

Бұл суретте келесі белгілер енгізілген:

- 1) Антенналар-электр өрісінің датчиктері.
- 2) СВЧ-сигнал детекторлары.
- 3) Түзеткіш сигналдардың сумматоры.
- 4) Қосынды сигнал күшейткіші.
- 5) АСТ кіретін Микроконтроллер.
- 6) Өлшеуіш жұмысын басқару блогы.
- 7) Матрицалық типтегі сұйық кристалды алфавиттік-сандық дисплей.



4.2 сурет – Өлшеу нәтижелерін қабылдауға арналған антеннасы және компьютері бар өлшеуіштің сыртқы түрі.

ПЗ-33М құралымен біз тәжірибе барсында 3 түрлі материал арқылы жұмыс істедік. Олар : шунгит, поливинилхлорид, шынытекстолит. Бұл материалдардың барлығын біз арнайы ара қашықтықты сақтай отырып, ұялы телефоннан шыққан электромагнитті сәулеленудің таралуын қарастырдық. Енді жеке – жеке әр тәжірибелік материалдарға тоқталып кетсек.

Шунгит, "аспидті тас", лидит немесе парагон — докембрийсті тау-кен жынысы, иеленетін құрамы мен қасиеті бойынша аралық ереже арасындағы антрацитами және реакторға графит. Қара, қою сұр және қоңыр түсті шунгит түрлері бар

Шунгит органикалық су түбі шөгінділерінен — сапропельден пайда болды. Бұл органикалық шөгінділер, жоғарыдан барлық жаңа қабаттардан жабылып, біртіндеп тығыздалып, сусызданып, жер тереңдігіне батырылды. Қысу мен жоғары температураның әсерінен метаморфизацияның баяу процесі жүрді. Бұл процестің нәтижесінде минералды матрицада шашыраған аморфты көміртек пайда болды.

Таза шунгит табиғатта сирек кездеседі, негізінен жұқа, ені 30 см дейін. Ол көбінесе батыстағы Гирвастан Шығыстағы Толвуи мен Шуньгаға дейін бүкіл Батыста таралған шунгитті тақтатастар мен доломиттерде қоспа ретінде кездеседі.

Шунгит ұнтағы сондай-ақ бірнеше патенттер алынған көп қабатты АЖЖ сәуле шығару экрандарының қасиеттерін жақсартуда өз пайдалылығын дәлелдеді. Алайда, мұндай құрылғыларда металл пластина бар. Яғни, бұл жағдайда шунгиттің өзі көмекші элемент ролін атқарады.

АЖЖ сәулеленуден қорғау элементі ретінде ұсақталған шунгит каустикалық магнезитті ұнтақпен (магний белсенді оксидімен) қатар "Альфа-Пол"компаниясының арнайы құрылыс ерітінділерінің құрамына кіреді.

1 – 3.5 см қалыңдықта жағылатын мұндай магнезиальды-шунгитті сылақтар мен едендік төсемдер 4 – 15 дБ тиімділікпен 175 МГц – 10 ГГц жиілік диапазонында АЖЖ сәулеленуін экрандауға қабілетті (яғни 2.5 – 31.6 есе сәулеленуді әлсіретуге).

Дегенмен, бұл фирманың мамандарымен негізгі қорғаныс үшін екі қабатта экран жасалған. Оның негізін 15 дБ дейін тиімділігі бар магнезий-шунгит сылағының 2.5-3.5 см сіңіру қабатымен жабылатын 45 – 55 дБ тиімділікке ие жезден жасалған шағылыстыратын тор құрайды. Көріп отырғанымыздай, бұл жағдайда негізгі экрандаушы элемент металл тор болып табылады.

Осылайша, келтірілген фактілердің негізінде шунгиттерде экрандаушы АЖЖ сәулеленудің қасиеттері анық. Бірақ оның тиімділігі жоғары жиілікті электромагниттік толқындардың енуінен жарнамаланатын толық қорғаныстан алыс. Мысалы, қалыңдығы 0.7 м кірпіш күрделі қабырға мұндай сәулеленуді 20 дБ

Ұялы телефонның артқы қақпағына шағын жұқа шунгит пластинкасын немесе арнайы жапсырманы бекітіп, олар зиянды электромагниттік

толқындардың 70% - дан 90% - ға дейін экрандайтыны жайлы соңғы кездері жиі айтылып жатыр.

Сондықтан, көлемі 3x4 мм<sup>2</sup> және қалыңдығы бірнеше мм шунгит пластинасын жапсыра отырып, ең көп нәрсеге қол жеткізуге болады.

Поливинилхлорид - (ПВХ) термопластикалық синтетикалық материалдарға жатады. Полимерлеу жағдайларына байланысты әртүрлі физико-химиялық қасиеттері бар полимерлеудің әртүрлі дәрежедегі өнімдері түзіледі.

ПВХ негізінде материалдар екі түрі өңделеді:

- қолдана отырып, пластификатор (пластифицированный ПВХ);
- пластификаторды қолданбай (пластификацияланбаған ПВХ).

Сыртқы түрі бойынша тауар ПВХ-бұл дәм мен иіссіз ақ ұнтақ. ПВХ өте берік, жақсы диэлектрлік қасиеттерге ие. Химиялық формула ПВХ (- CH<sub>2</sub>-CHCl -) *n*, мұнда *N* – полимерлеу дәрежесі.

ПВХ суда ерімейді, қышқылдардың, сілтілердің, спирттердің, минералды майлардың әсеріне төзімді, эфирлерде, кетондарда, хлорланған және хош иісті көмірсутектерде ісінеді және ериді. PVC көптеген пластификаторлармен (мысалы, фталат, себацинат, фосфат), тотығуға арналған тіреулермен және іс жүзінде жанғыш емес. Поливинилхлорид 100 °C жоғары қыздыру кезінде HCl бөлінуімен айтарлықтай ыдырайды. Жылуға төзімділікті арттыру және ерігіштігін жақсарту үшін ПВХ хлорлауға ұшырайды. Сонымен қатар ПВХ құрылыс материалдарында кеңінен қолданылады. Ал сол құрылыс материалдарымен салынған үйлерде ЭМС көрсеткіші төмен болады. Сонымен бірге ПВХ радиосәулеленуден қорғану

Шынытекстолиті-жақсы беріктігі мен жоғары жылу оқшаулағыш және электр оқшаулау қасиеттерін біріктіретін шыны мата негізінде жасалған арнайы композитті материал. Шайыр сіңдірілген шыны маталарды престоу жолымен жүргізіледі және аналогтармен салыстырғанда жоғары иілгіштікке ие, жақсы өңделеді.

Шынытекстолит қолданылатын облыстардың тізбесі өте кең. Бұл материал радио - және электротехникада, машина-, ұшақ - және кеме құрылысында кеңінен таралған. Шынытекстолиттен әр түрлі аспаптардың корпустарын, түтін құбырларының газ шығаратын оқпандарын, терезе профильдерін, балық аулайтын шұңқырларды, арынды коллекторларды, автомобиль панелдерін және қоршауларды, агрессивті сұйықтықтарды сақтауға арналған сыйымдылықтарды, қайықтарды және т. б. дайындайды. Фольгаланған шынытекстолиттен тақтайшалар, термотөзімді тіреулер, электрондық платалар жасалады. Құрылымы немесе оның торабын сапалы экрандауды қамтамасыз етуге кеңінен қолданылады.

Осы алынған 3 материал бойынша тәжірибе барсында алынған нәтижелер төмендегі кестеде көрсетілген.

4.1 кесте – Тәжирибе нәтижелері

Р/Н	Телефон модельдері	ЭАТ ешбір кедергісіз өлшеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шунгитті тор (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ поливинилхлоридті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шыны текстолитті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )
1	Apple iPhone 7	қоңырау уақытында П=2,3	қоңырау уақытында П=2,0	қоңырау уақытында П=2,1	қоңырау уақытында П=2,0
		күту уақытында. П=1,9	күту уақытында. П=1,4	күту уақытында. П=1,5	күту уақытында. П=1,5
2	Apple iPhone 11	қоңырау уақытында П=3,5	қоңырау уақытында П=3,0	қоңырау уақытында П=3,4	қоңырау уақытында П=3,3
		күту уақытында. П=3,0	күту уақытында. П=2,2	күту уақытында. П=2,8	күту уақытында П=2,7
Р/Н	Телефон модельдері	ЭАТ ешбір кедергісіз өлшеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шунгитті тор (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ поливинилхлоридті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шыны текстолитті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )
3	Apple iPhone X	қоңырау уақытында П=3,2	қоңырау уақытында П=2,8	қоңырау уақытында П=2,9	қоңырау уақытында П=2,8
		күту уақытында П=2,8	күту уақытында П=2,3	күту уақытында П=2,8	күту уақытында П=2,6
4	Xiaomi Redmi Note 8	қоңырау уақытында П=2,0	қоңырау уақытында П=0,7	қоңырау уақытында П=0,9	қоңырау уақытында П=0,9
		күту уақытында П=1,5	күту уақытында П=1,2	күту уақытында П=1,5	күту уақытында П=1,4
5	Xiaomi Redmi Pro	қоңырау уақытында П=2,8	қоңырау уақытында П=2,5	қоңырау уақытында П=2,8	қоңырау уақытында П=2,7
		күту уақытында П=2,0	күту уақытында П=1,3	күту уақытында П=1,6	күту уақытында П=1,6

#### 4.1. кестенің жалғасы

6	Huawei P6-U06 Ascend P6	қоңырау уақытында П=1,9	қоңырау уақытында П=1,6	қоңырау уақытында П=1,9	қоңырау уақытында П=1,8
		күту уақытында П=1,1	күту уақытында П=0,6	күту уақытында П=0,8	күту уақытында П=0,7
7	Huawei Mate 10 Lite	қоңырау уақытында П=1,6	қоңырау уақытында П=0,9	қоңырау уақытында П=1,0	қоңырау уақытында П=0,9
		күту уақытында П=1,0	күту уақытында П=0,6	күту уақытында П=0,7	күту уақытында П=0,7
8	Samsung SM-G950F Galaxy S8	қоңырау уақытында П=1,7	қоңырау уақытында П=1,1	қоңырау уақытында П=1,7	қоңырау уақытында П=1,6
		күту уақытында П=0,9	күту уақытында П=0,4	күту уақытында П=0,6	күту уақытында П=0,6
Р/Н	Телефон модельдері	ЭАТ ешбір кедергісіз өлшеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шунгитті тор (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ поливинилхлоридті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )	ЭАТ шыны текстолитті шектеу (мкВт/см <sup>2</sup> )
9	Samsung SM-A9000 Galaxy A9	қоңырау уақытында П=1,8	қоңырау уақытында П=1,0	қоңырау уақытында П=1,5	қоңырау уақытында П=1,5
		күту уақытында П=1,0	күту уақытында П=0,7	күту уақытында П=0,8	күту уақытында П=0,7
10	Samsung Galaxy A40	қоңырау уақытында П=2,3	қоңырау уақытында П=1,5	қоңырау уақытында П=1,7	қоңырау уақытында П=1,7
		күту уақытында П=1,6	күту уақытында П=0,9	күту уақытында П=1,3	күту уақытында П=1,2

#### 4.2 Тәжірибеден алынған ЭМӨ әсерінің нәтижелерін есептеу

##### 4.2.1 ЭМӨ әсерін нормалау.

Жиілік диапазонында 300 МГц - 300 ГГц (ӨЖЖ) бойынша ГОСТ 12.1.006-84 нормаланады энергия ағынының тығыздығы П және энергетикалық жүктеме адамға Э белгіленеді.

Энергия ағыны тығыздығының мәні 10 Вт/м<sup>2</sup> аспауы тиіс, тіпті адамдардың осы аймақта қысқа мерзімді болуы кезінде де, яғни П 10 Вт/м<sup>2</sup>

артық болғанда да адамдардың қорғаныс құралдарынсыз болуына тыйым салынады [26].

Егер энергия ағынының тығыздығы  $P < 10 \text{ Вт/м}^2$  кем болса, осы аймақта адамдардың болудың рұқсат етілген уақытын есептеуге болады (немесе белгілі уақыт кезінде энергия ағынының рұқсат етілген шекті мәнін есептеу):

$$P_{\text{ШРЕ}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ШРЕ}}}{T}, \text{ егер } P_{\text{ШРЕ}} < 10 \text{ Вт/м}^2 \quad (3.1)$$

мұндағы,  $T$  - адамдардың электромагниттік өріс аймағында болу уақыты, сағ.;

$P_{\text{ШРЕ}}$  - энергия ағыны тығыздығының шекті рұқсат етілген мәні,  $\text{Вт/м}^2$ ;

$\mathcal{E}_{\text{ШРЕ}}$  - жұмыс күніндегі энергетикалық жүктеменің нормативтік шамасы,  $\text{Вт. с/м}^2$ ;

#### 4.2.2 Электромагниттік өрістердің әсер ету деңгейін бағалау.

ЭМӨ бағалау және нормалау энергетикалық экспозицияның (ЭЭ) шамасы бойынша жүзеге асырылады [27].

ЭМӨ энергетикалық экспозициясы адамға әсер ету уақытына электр немесе магнит өрісінің кернеулігі квадратының туындысы ретінде анықталады [26].

Энергетикалық экспозицияны 30 кГц 300 МГц жиілік диапазонында формулалар бойынша есептейміз:

$$\mathcal{E}_E = E^2 T \quad (3.2)$$

мұндағы,  $E$ -электр өрісінің кернеулігі,  $\text{В/м}$ ;

$T$ -ауысым ішіндегі жұмыс орнындағы әсер ету уақыты, сағ.

Энергетикалық экспозицияны 300 МГц – 3000 МГц жиілік диапазонында энергия ағынының тығыздығы бойынша мына формула бойынша есептейміз:

Мұндағы, ЭАТ-энергия ағынының тығыздығы ( $\text{мкВт/см}^2$ ).

Ауысым ішіндегі персоналдың жұмыс орындарындағы энергетикалық экспозициялардың (ЭЭпду) шекті рұқсат етілген деңгейлері 4.2 - кестеде келтірілген.

Электр және магнит өрістері кернеулігінің, ЭМӨ энергиясы ағыны тығыздығының ең жоғары рұқсат етілген деңгейлері 4.3 - кестеде берілген мәндерден аспауы тиіс.

4.2 кесте – 30 кГц-300 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ энергетикалық экспозицияларының ШРД

Параметрлер	ЭЭ <sub>ШРД</sub> жиіліктер диапазоны, МГц				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-30000,0
1	2	3	4	5	6
ЭЭ <sub>Е</sub> , (В/м) <sup>2</sup> *ч	20000	7000	800	800	-
ЭЭ <sub>Н</sub> , (А/м) <sup>2</sup> *ч	200	-	0,72	-	-
ЭЭ <sub>ЭАТ</sub> , мкВт/см <sup>2</sup>		-	-	-	200

4.3 кесте – 30 кГц-3000 МГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ энергия ағынының кернеулігі мен тығыздығының ең жоғары ШРД [27]

Параметрлер	ЭЭ <sub>ШРД</sub> жиіліктер диапазоны, МГц				
	0,03-3,0	3,0-30,0	30,0-50,0	50,0-300,0	300,0-30000,0
1	2	3	4	5	6
Е, (В/м) <sup>2</sup>	500	295	80	80	-
ЭАТ, мкВт/см <sup>2</sup>					1000 5000*

Халық үшін 30 кГц - 3000 МГц жиілік диапазонының ЭМӨ шекті рұқсат етілген деңгейлері 4-кестеде көрсетілген.

Байланыс және телевизиялық хабар тарату құралдарына арналған ЭМӨ шекті рұқсат етілген деңгейін мына формула бойынша анықтаймыз:

$$E_{\text{ШРД}} = 21 \times f^{-0.37} \quad (3.3)$$

Мұндағы,  $E_{\text{ШРД}}$  - электр өрісінің кернеулігінің шекті рұқсат етілген деңгейінің мәні, В/м.

4.4 кесте – Жиілік диапазонының ЭМӨ шекті рұқсат етілген деңгейлер 30 кГц - 301) ГГц халық үшін

Жиілік диапазоны	30-300 кГц	0,3-3 МГц	3-30 МГц	30-3000 МГц	0,3-300 ГГц
Нормаланған параметрлер	Электр қрісі кернеулігі Е, В/м				Энергия ағыны тығыздығы, мкВт/см
Шекті рұқсат етілген деңгей	25	15	10	3*	1000 2500**

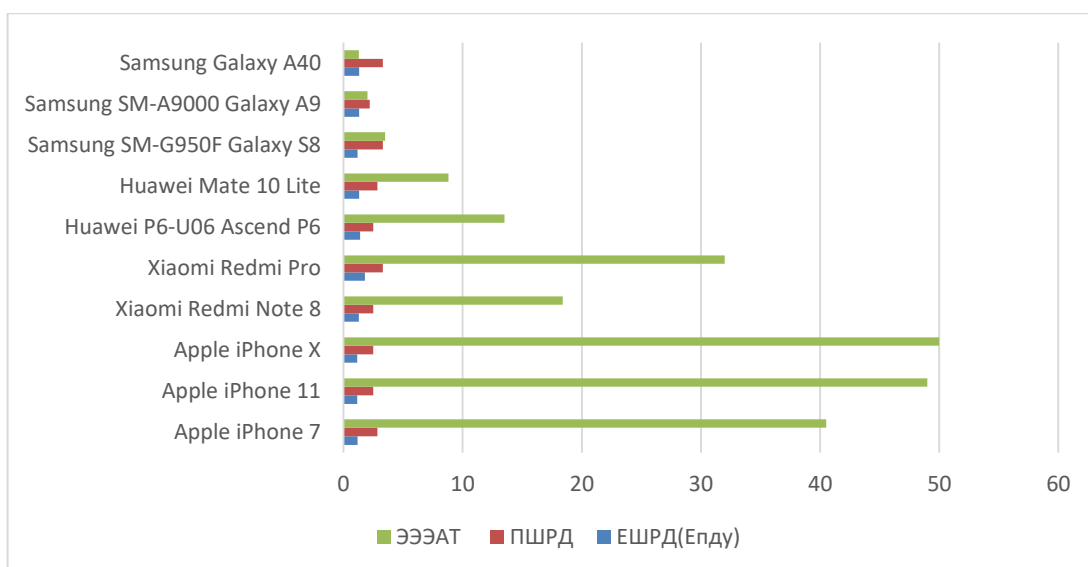


4.5 кесте – Әсер ету ұзақтығына байланысты 300 МГц-300 ГГц жиіліктер диапазонындағы энергия ағыны тығыздығының шекті рұқсат етілген деңгейлері

Әсер ету уақыты Т, сағ	Эшрд, мкВт/см»
8,0 және одан көп	25
7,5	27
7,0	29
6,5	31
6,0	33
5,5	36
5,0	40,0
4,5	44
4,0	50
3,5	57
3,0	67
2,5	80
2,0	100
1,5	133
1,0	200
0,5	400
0,25	800
0,2 и менее	1000

4.6 кесте – Тәжірибе нәтижелері бойынша орташа мәндерді есептеу

Р/Н	Телефон модельдері	Е <sub>шрд</sub> (Епду)	П <sub>шрд</sub>	ӘӘ <sub>әат</sub>
1	Apple iPhone 7	1,185	2,85	40,5
2	Apple iPhone 11	1,161	2,5	49
3	Apple iPhone X	1,161	2,5	50
4	Xiaomi Redmi Note 8	1,294	2,5	18,4
5	Xiaomi Redmi Pro	1,787	3,3	32
Р/Н	Телефон модельдері	Е <sub>шрд</sub> (Епду)	П <sub>шрд</sub>	ӘӘ <sub>әат</sub>
6	Huawei P6-U06 Ascend P6	1,403	2,5	13,5
7	Huawei Mate 10 Lite	1,303	2,85	8,8
8	Samsung SM-G950F Galaxy S8	1,188	3,3	3,5
9	Samsung SM-A9000 Galaxy A9	1,312	2,2	2
10	Samsung Galaxy A40	1,312	3,3	1,28



4.3 сурет – Электромагниттік өрістердің әсер ету деңгейлерін бағалау

### 4.3 Гейгер есептегіші

Гейгер есептегіші-радиацияны өлшеуге арналған негізгі сенсор. Ол гамма-, альфа-, бета-сәулелерді және рентген сәулелерін тіркейді. Радиацияны тіркеудің басқа әдістерімен салыстырғанда, мысалы, иондаушы камералармен салыстырғанда ең жоғары сезімталдыққа ие. Бұл оның жаппай таралуының басты себебі. Радиацияны өлшеу үшін басқа сенсорлар өте сирек қолданылады. Дозиметриялық бақылаудың барлық құралдары Гейгер есептегіштерінде салынған. Олар жаппай шығарылады және түрлі деңгейдегі аспаптар бар: әскери қабылдау дозиметрлерінен қытайлық ширпотребке дейін. Қазір радиацияны өлшеу үшін қандай да бір құралды сатып алу-мәселе емес.

Бұл жұмыстың қарапайым принципі бар электровакуумдық аспап. Радиоактивті сәулелену датчигі инертті газбен толтырылған металдануы бар металл немесе шыны камераны білдіреді. Камераның ортасында электрод орналасады. Камераның сыртқы қабырғалары Жоғары кернеу көзіне қосылады (әдетте 400 вольт). Ішкі электрод — сезімтал күшейткішке. Иондаушы сәулелену (радиация) бөлшектер ағыны болып табылады. Олар электрондарды жоғары вольтты катодтан анод жіптеріне апарды. Онда күшейткішке қосып, өлшеуге болатын кернеу бар.

Гейгер санаушының жоғары сезімталдығы лавин тәрізді әсерге негізделген. Шығуда күшейткіш тіркейтін Энергия-иондаушы сәулелену көзінің энергиясы емес. Бұл дозиметрдің ең жоғары вольтты қоректену блогының энергиясы. Енуші бөлшектер тек электронды тасымалдайды (өлшеуішпен тіркелетін тоққа айналатын энергетикалық заряд). Электродтар арасында асыл газдардан тұратын газ қоспасы енгізілген: аргон, неон. Ол жоғары вольтты разрядтарды сөндіруге арналған. Егер мұндай разряд пайда болса, онда ол есептеуіштің жалған жұмыс істеуі болады. Келесі өлшеу схемасы мұндай шығарындыларды ескермейді. Сонымен қатар, жоғары вольтты қорек блогы да қорғалуы тиіс.

Гейгер есептегішіндегі қоректендіру схемасы 400 вольт шығу кернеуінде бірнеше микроамперге шығу тогын қамтамасыз етеді. Қоректену кернеуінің нақты мәні санауыштың әрбір маркасы үшін оның техникалық ерекшелігі бойынша белгіленеді.

Гейгер есептегішінің көмегімен гамма-және бета-сәулеленуді жоғары дәлдікпен тіркеуге болады. Өкінішке орай, сәулелену түрін тікелей тануға болмайды. Бұл сенсор мен зерттелетін объект немесе жер арасындағы бөгеттерді орнату арқылы жанама әдіспен жасалады. Гамма-сәулелер жоғары өткізгіштікке ие және олардың фоны өзгермейді. Егер дозиметр бета-сәулеленсе, онда бөлу кедергілерін орнату тіпті металдың жұқа табағынан де бета-бөлшектер ағынын толығымен жабады.

Гейгер есептегішінің ерекше ерекшелігі — қажетті деңгейден ондаған және жүздеген есе асатын сезімталдық. Егер қорғасынды камерада есептегішті қоссаңыз, онда ол үлкен табиғи радиациялық фонды көрсетеді. Бұл көрсеткіштер санауыш конструкциясының ақауы емес, ол көптеген зертханалық зерттеулермен тексерілген. Мұндай деректер — табиғи радиациялық ғарыштық фонның салдары. Эксперимент Гейгер санауышының қаншалықты сезімтал екенін көрсетеді [28].

Арнайы осы параметрді өлшеу үшін техникалық сипаттамаларда "имп мкр есептеуішінің сезімталдығы" (микросекундтағы импульстер) мәні көрсетіледі. Осы импульстер көп болған сайын-соғұрлым сезімталдық көп.

#### 4.3.1 Гейгер есептегішімен радиацияны өлшеу, дозиметр сұлбасы.

Дозиметр схемасын екі функционалдық модульге бөлуге болады: жоғары вольтты қорек блогы және өлшеу схемасы. Жоғары вольтты қорек блогы-Аналогты схема. Сандық дозиметрлердегі өлшеу модулі әрқашан сандық. Бұл импульс есептегіші, ол аспаптың шкаласындағы сандар түрінде тиісті мәнді шығарады. Радиация дозасын өлшеу үшін импульстерді минутына, 10, 15 секундқа немесе басқа мәндерге есептеу қажет. Микроконтроллер импульстер санын радиацияны өлшеудің стандартты бірліктерінде дозиметр шкаласындағы нақты мәнге қайта есептейді. Міне, ең көп таралған оның ішінде:

- рентген (әдетте микрорентген пайдаланылады);
- Зиверт (микрорентген-мкзв);
- Бэр;
- Грей, рад,
- микрорентген-мкзв/м<sup>2</sup>.

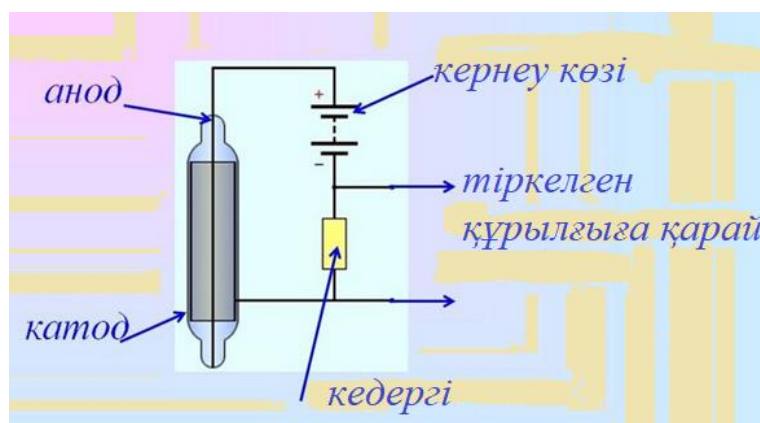
Зиверт-радиацияның ең танымал өлшем бірлігі. Оған қатынасы барлық нормалары, ешқандай қосымша қайта есептеудің жүргізу талап етілмейді. Бэр-радиацияның биологиялық объектілерге әсерін анықтауға арналған бірлік.

#### 4.3.2 Гейгер есептегішінің құрылымы мен жұмыс істеу қағидасы.

Аспап асыл газ (аргон-неон қоспасы немесе таза түрдегі заттар) айдайтын металл немесе шыны түтіктен тұрады. Түтікте ауа жоқ. Газ

қысыммен қосылады және спирт пен галоген қоспасы бар. Барлық түтікше сым созылды. Оған параллель темір цилиндр орналасқан.

Сым анод деп аталады, ал түтік катод деп аталады. Олар бірге электродтар. Электродтарға жоғары кернеу беріледі, ол өзі разрядтық құбылыстарды тудырмайды. Бұл жағдайда индикатор оның газ ортасында иондау орталығы пайда болғанша болады. Қорек көзінен түтікке минус, ал сымға – плюс қосылады, ол жоғары деңгейлі кедергі арқылы бағытталған. Бұл ондаған жүз вольт тұрақты қоректену болып табылады [28].



4.4 сурет – Гейгер есептегішінің құрылымдық сұлбасы

Түтікке бөлшектер түскенде, асыл газ атомдары тап болады. Жанасу кезінде электрондарды газ атомдарынан ашатын энергия бөлінеді. Содан кейін жаңа иондар мен электрондардың массасын туындататын қайталама электрондар пайда болады. Анодқа бағыт бойынша электрондардың жылдамдығына электр өрісі әсер етеді. Бұл процесс барысында электр тогы пайда болады.

Соқтығысу кезінде бөлшектер энергиясы жоғалады, иондалған газ атомдары қоры соңына келеді. Зарядталған бөлшектер Гейгердің газразрядты есептегішіне түскен кезде, түтікше кедергісі құлайды, бұл дереу орташа бөлу нүктесінің кернеуін төмендетеді. Содан кейін қарсылық қайта өседі-бұл кернеуді қалпына келтіруге әкеледі. Импульс теріс болады. Аспап импульстерді көрсетеді, ал біз бөлшектер санын бір мезгілде бағалай отырып, оларды санай аламыз.

Гейгер түтікшесі арқылы бірнеше тәжірибе жүргізіп көрдік. Бірақ айта кететін жайт бұл құрылғы негізінен радиация өлшейтін құрылғы қатарына жатады. Бірақ ЭМС соның ішінде ҰТ өлшеу барсында да біршама қызықты мәліметтер алынды және арнайы дозалық сипаттама арқылы есептелінді.

Сәулеленудің дозалық сипаттамасы мына формуламен есептелінеді [29]:

$$D_n = \frac{W_r}{m} \quad (3.4)$$

мұндағы,  $W_r$  - жұтылған дозаның қатынасына тең салмақ коэффициенті,  
Дж/кг (ҰТ-да 1 тең)

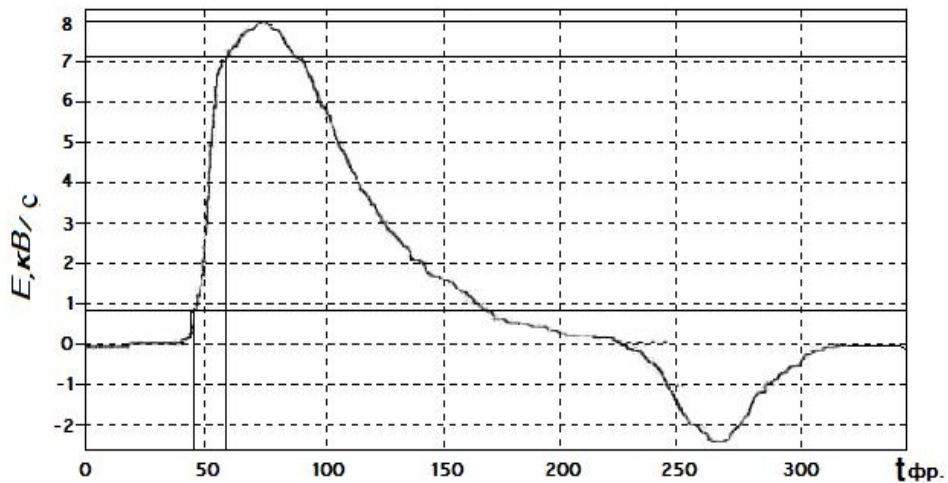
$m$  – масса, кг

4.7 кесте – Тәжірибе нәтижелері

Р/Н	Телефон модельдері	Бір минуттағы бөлшектердің саны (CPM)	$D_n$
1	Apple iPhone 7	35	7,24
2	Apple iPhone 11	64	4,42
3	Apple iPhone X	64	5,74
4	Xiaomi Redmi Note 8	28	5,26
5	Xiaomi Redmi Pro	32	5,75
6	Huawei P6-U06 Ascend P6	36	8,33
7	Huawei Mate 10 Lite	29	6,1
8	Samsung SM-G950F Galaxy S8	16	6,58
9	Samsung SM-A9000 Galaxy A9	20	5
10	Samsung Galaxy A40	25	7,14



4.5 сурет – Ұялы телефондардың сәулеленуінің жұтылу дозасы



4.6 сурет – ЭМС-дің электрлік кернеудің осциллограммасы

#### 4.4 Матрицалық визуализациялау әдісі

Қазақстан Республикасында, сәйкес санитарлық-эпидемиологиялық ережелер мен нормативтерге сәйкес №1341, нормативтік мәнімен энергия ағымының тығыздығы (ЭАТ) жақын алдыңғы панелінде ҰТ  $10 \text{ мкВт/см}^2$ . Өлшеу ЭАТ сәуірдегі ҰТ ұйғарылған жүргізуге жазылған әдістемеге сәйкес КОФ 4.3.1676-03. Алайда, бұл әдіс бірқатар бар шектеулер, өйткені талап жүргізуге сақталуын бақылау нормативін өлшеу жолымен ЭАТ ЭМС қашықтықта  $0,37 \text{ м}$  ҰТ отырып, бақыланатын мәні  $3 \text{ мкВт/см}^2$ . Бұл байланысты, бұл кем қашықтықта  $0,37 \text{ м}$  параметрлерінің толқын ұзындығы үшін пайдаланылатын ұялы байланысты жиілік сәуле, ҰТ болып табылады нүктелі сәулелену, сондықтан көрінеді әсері өзара келісу антенна өлшеуіш, ҰТ антеннасы және өлшеу нәтижесі.

Картаның магниттік бұрышына сәйкес  $0,37 \text{ м}$  қашықтықта ЭАТ  $3 \text{ мкВт/см}^2$  деңгейін көтермеу ҰТ-ға жақын  $100 \text{ мкВт/см}^2$  нормативінің сақталуына кепілдік береді, бірақ  $0,37 \text{ м}$  жақын аймақтағы сәулелену деңгейі бойынша барлық деректер есептік болып табылады. Осылайша, қолданыстағы әдістеме әртүрлі ҰТ-ға жақын жерде ЭАТ нақты мәндерін алу үшін пайдалануға болмайды, демек, ол ҰТ-ның түрлі құрылымдарын олардың миға ықтимал әсері бойынша өзара салыстыруға мүмкіндік бермейді. Бұл жағымсыз әсерлердің дамуының алдын алу шеңберінде қарастырылатын тәуекел факторын зерттеу мен дұрыс бағалауды қиындататын қосымша факторларды жасыра алады.

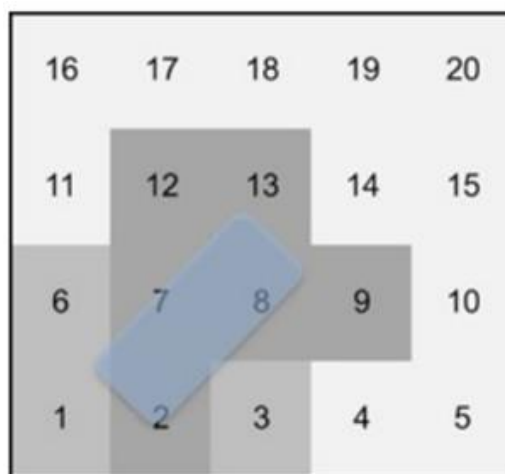
Батыста нормалаудың негізіне тек ЭМС жылу әсерлерін бағалау жатады. Нормаланатын параметр ICNIRP сәйкес SAR (Specific Adsorption Rate) меншікті сіңірілген қуаты болып табылады, ол  $2 \text{ Вт/кг}$  аспауы тиіс (ұялы байланысқа арналған жабдық өндірушілер қауымдастығы ұсынған (СТИА) мән  $1,6 \text{ Вт/кг}$  құрайды). Жинақталған ғылыми деректерді жеке талдау негізінде көптеген ресми, үкіметтік және қоғамдық ұйымдар өздерінің жарияланымдары мен өтініштерінде стандарттарды қайта қарау қажеттілігін көрсетеді [7, 8]. Нормативтер сымсыз құрылғыны пайдалану кезінде қызудан

зақымдалмауына ғана кепілдік береді. Осылайша, смартфондардағы ЭМС РЧД бағалау үшін құрылғының алдыңғы панеліне жақын жерде ЭМС ЭАТ нақты мәндерін алу және адам басының топографиясын ескере отырып, олардың таралуын қажет етеді. Зерттеудің мақсаты-миға бағытталған смартфондар мен классикалық ұялы телефондардың электромагнитті сәулеленуін тарату және ЭП-ны бағалау.

Материал және зерттеу әдістері қойылған мақсатқа жету үшін ҰТ өлшеуіш антеннасы мен антеннасының бір-біріне қатысты барлық мүмкін болатын орналасуы кезінде ҰТ алдыңғы панеліне жақын жерде ЭАТ өлшеу жолымен қолданыстағы әдісті шектеуді алып тастауға және нақты ұялы телефонның ЭАТ ЭМС нақты мәнін алуға мүмкіндік беретін әдістеме әзірленді. Алынған мәндер оның нақты пайдалануына сәйкес келетін жағдайларда пайдаланушыға әсер ететін ұялы телефоннан электромагниттік сәулелену энергиясы ағынының тығыздығын бөлу матрицасын қалыптастырады [30].

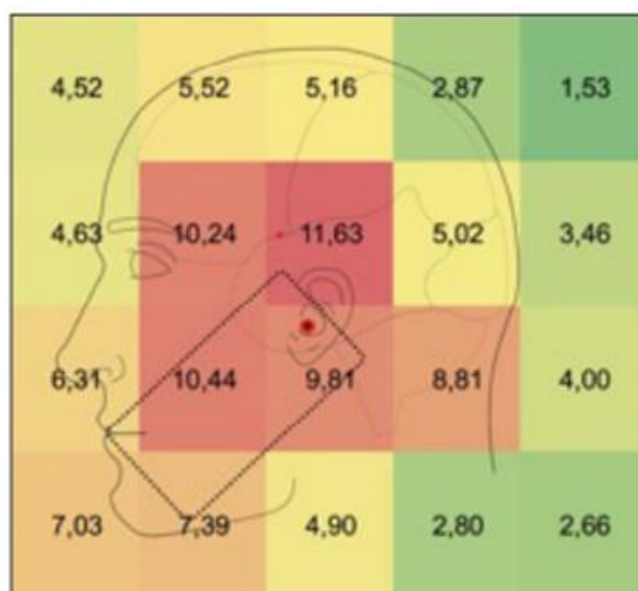
Тәсілдің практикалық маңыздылығы ҰТ алдыңғы панелінің алдындағы жазықтықта ЭАТ таралуының алынған көрінісін нақты анатомиялық саламен салыстыруға болады. Ол үшін өлшеу өрісінің өлшемі зерттелетін анатомиялық аймақтың геометриялық өлшемдеріне таңдалады. Сәулеленудің ең жоғары деңгейі (нөмір теру) және сәулеленудің ең жоғары ұзақтығы (әңгіме) бар режимдерде ҰТ пайдалану оның пайдаланушының басында тікелей болуын болжайды. Демек, бас ЭМС ҰТ анатомиялық әсер ету тұрғысынан ең маңызды болып табылады. Сонымен бірге бұл қашықтық ҰТ алдыңғы панелінен өлшеуіш антеннасының геометриялық орталығына дейін өлшенеді. Өйткені антенна пайдаланылған өлшеуіші бар корпус диаметрі 0,06 м, онда нақты арақашықтық ҰТ дейін корпусының антенна өлшеуішті құрайды максимум 0,05 м. Осы зерттеу үшін біз 0,035 м қашықтықта өлшеу жүргіздік.

Зерттелген аппараттардың ЭМС ЭАТ үлестіру матрицалары адам басының бас сүйек-ми топографиясының схемасымен, ҰТ динамикасының орналасу аймағын матрицада схемада сыртқы есту жолын белгілеумен біріктіру жолымен сәйкес келді. Бұл өңдеу ҰТ түрлі үлгілерінен ең көп сәулелену дозасын алатын ми бөліктерін анықтауға және нүктелерді графикалық түрде алуға мүмкіндік берді (нүктелерді нөмірлеу сол төменгі нүктеден басталады және оң жоғарғы нүктемен аяқталады), олар бас сүйек-ми топографиясының схемасына сәйкес ми бас сүйегіне сәйкес келеді. Осы арнайы таңдалған нүктелердегі орташа мәндерді теру және сөйлесу режимдерінде ҰТ ЭМС бас миына әсерін сипаттайтын ЭАТ-нің түзетілген деңгейін алуға болады.



4.7 сурет – Адам басы мен ұялы телефонды матрица түрінде келтіру

Жалпы алғанда әрбір ҰТ ЭМС ЭАТ өлшеулер жүргізілді. Нүктедегі әрбір мән-әр нүктеде 10 өлшеумен алынған деректер, яғни ПЗ-33 аспабының өлшенді. Әдісті патенттеу шеңберінде мәнділік деңгейі дәлелге сәйкес келеді және нүктелер арасындағы айырмашылықтар анық ( $p < 0,01$  1 мкВт/см<sup>2</sup>-ден артық ЭӨ деңгейлерінің айырмашылығы кезінде) көрсетілген. Нәтижелер Аппараттың әрбір жұмыс режимі үшін ЭӨ бөлу матрицасы түрінде алынды, бірақ бейнелерде нөмір теру режимінде ең көп сәуле шығару режимінде бас сүйек-миытопография схемасына салынған матрицалар ұсынылған. Осылайша, ҰТ алдыңғы панелінің алдындағы жазықтықта энергия ағынының тығыздығының бар біркелкі емес таралуын визуализациялауға қол жеткізіледі. Төмендегі суреттерде матрицалық визуализациялау түрлері көрсетілген [30].



4.8 сурет – Қоңырау уақытындағы орташа мәнді ЭМС матрицасы





4.9 сурет – Күту уақытындағы орташа мәнді ЭМС матрицасы

Бұл визуализациялау әдісі бізге электромагниттік сәулелердің адам басына қалай әсер ететінін визуалды түрде көрсетеді. Себебі адам тек визуализация арқылы ақпаратты жақсы қабылдайды. Осы арқылы болашақта адамдарға ЭМС зиянды әсерлерін жеңіл түрде көрсетіп, түсіндіруге болады [31].

## Қорытынды

Адамзат көп уақыттан бері электромагниттік толқындарды өз пайдасына асыруда. Оларсыз коммуникация әлемін елестету қиынға соғатыны сөзсіз. Радиостанциялар, телекөрсетілім, байланыс тірегі осы электромагниттік толқындар. Адам өмірінде электромагнитті сәулелердің ролі аса зор. Қазіргі кезде электромагнитті сәулеленудің жоғары биологиялық активтілігі орнатылған факт болып табылады, оның тірі тіршілік көзіне, адамның организміне кері әсері сөзсіз түсінікті.

Ұялы телефонның бойындағы электромагниттік толқындар электромагниттік сәулелерді шашады. Электромагниттік сәулелер жоғары жиілікті электрлік және магниттік өріс тарапынан туындайды. Осы сәулелену кез келген органикалық немесе бейорганикалық затқа әсер етеді. Жоғары жиіліктегі электромагнитті сәулелер адам организміне кері әсер тигізеді: жұмыс жасау қабілеті төмендейді, ақыл ойы, қабылдау назары төмендеп, онкологиялық және жүрек ауруларының пайда болу қауіпі жоғарылап, еркектердің потенциясы мен иммунитеті төмендеп, генетикалық эффектіге әкеліп соқтыруы мүмкін [31].

Барлық телефондар сатылар алдында сәйкес тестілеуден өтеді. Еуропадағы нормативтерге жүгінетін болсақ SAR 2 Вт/кг (2мВт/г) аз болмауы керек, ал АҚШ та – 1.6 Вт/кг (1.6мВт/г) аз болмауы керек. Американдық нормалар интегралды, абсолютті жағынан қауіпсіз. Сондықтан американдық телефон радиожиілікті сәулелену жағынан аса қауіпсіз болып келеді.

Әлемдік стандартқа сәйкес электромагнитті өрістің энергиясын бір секундтағы меншікті жұту коэффициентін өлшеу үшін – SAR (меншікті жұту коэффициенті) еңгізілген, Еуропада сәулеленудің шекті мәні 2 Вт/кг құрайды. Қазақстанда электромагнитті өрістің интенсивтілігін өлшеу Вт/см<sup>2</sup> анықталады.

Біздің жұмысты қорытындылай келе мынандай түйінге келдік:

- Электромагниттік сәулелену адам ағзасына өте көп кері әсерін тигізеді;
- Елімізде мобильді байланыс жүйесінің сәулелену деңгейі шекті рұқсат етілген шамадан кей жағдайда асып тұр;
- Модельдеу барысында адам басы мен телефон модельдерінің қатынасы қарастырылып, нәтижесінде ұялы телефонның әсер етуі анықталды;
- Арнайы өлшеу құралымен жүргізілген тәжірибе де өз нәтижелерін беріп, қорытындылай келе шунгитті тор телефон сәулеленуін 5-15% дейін төмендету мүмкіндігі бар екендігін көрсетті.

## Қысқартулар тізбесі

ЭМӨ – электромагниттік өріс

ЭМС – электромагниттік сәулелену

SAR - Specific Absorption Rate

ICNIRP - International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

ТТК – Тұрақты толқындар коэффициенті

ҰТ – Ұялы телефон

ЭАТ – Электр ағынының тығыздығы

ШРД – Шекті рұқсат етілген деңгей

ITU-T – International Telecommunication Union – Telecommunication sector

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers.

FCC - Federal Communications Commission

ЖЖ – жоғарғы жиілік

АЖЖ – аса жоғарғы жиілік

ТЖ – төменгі жиілік

ПВХ – поливинилхлорид

## Пайдаланган әдебиеттер тізімі

1. Семенова Н.В., Денисов А.П., Денисова О.А., Кун О.А., Кузюкова А.В. Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровье детей и подростков (обзор литературы) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 701-705;
2. Н.И. Задоя Электромагнитная безопасность Учебное пособие «Электроэнергетика и электротехника»
3. [https://www.viires.kz/ru/science/1146sbornik\\_nauchnyh\\_publicacij\\_uchenyh\\_viireis/](https://www.viires.kz/ru/science/1146sbornik_nauchnyh_publicacij_uchenyh_viireis/)
4. <https://semgu.kz/informacionnye-resursy/vestnika-universiteta-shakarima/>
5. [https://www.viires.kz/ru/science/1548-sbornik\\_trudov\\_mezhdunarodnoj\\_nauchno\\_prakticheskoy\\_konferencii\\_1\\_aprela\\_2020\\_g/](https://www.viires.kz/ru/science/1548-sbornik_trudov_mezhdunarodnoj_nauchno_prakticheskoy_konferencii_1_aprela_2020_g/)
6. Каляда Т. В. Эволюция техногенной электромагнитной обстановки и обеспечение безопасности человека (ретроспективный обзор) // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1. – С. 2–8.
7. Баскаков С.И. Основы электродинамики. М.: Сов.Радио, 1976. 247 с.
8. Григорьев О.А. ЭМП сотовых телефонов как возможный канцероген – к оценке риска воздействия / О.А. Григорьев, Ю.Г. Григорьев // Бюл. мед. Интернет-конференций. – 2012. – Т. 2, № 6. – С. 461-465. Обзор исследований.
9. Додина Л.Г. Влияние электромагнитного излучения устройств сотовой связи на здоровье человека : (обзор лит-ры) / Л.Г. Додина, Д. Поддубный, А.Ю. Сомов // Медицина труда и промышл. экология. – 2004. – № 5. – С. 35-39
10. А.Г. Ковалева, А.В. Кулаков, А.В. Львов Анализ биологического действия ЭМП и метод пассивной защиты от излучений сотовой связи / и др. // Нейробиотелеком-2006 : 2-й междунар. науч. конгресс : тр. – СПб., 2006. – С. 290-294.
11. <https://gsmvolna.com.ua/>
12. Широкополосные вибраторные антенны: учебное пособие / Н. И. Войтович, А. В. Ершов. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007.
13. K. Fujimoto, J.R. James. Mobile Antenna Systems Handbook. 2-ed. 2001. 710 p.
14. H. Mimaki, H. Nakano. Double patch helical Antenna. 1998. Samplung of papers IEEE.
15. [https://www.egfntd.kz/kaz/page/about\\_fond.html](https://www.egfntd.kz/kaz/page/about_fond.html)
16. Paivi Naapala, Pertti Vainikainen. Helical Antennas for multi-mode mobile phones. 26thEuMC, 1996.
17. C.W. Trueman, S.J. Kubina, M. Slater. Modeling Helix Antenna with NEC4. Montreal, 1997. IEEE.
18. Гайнутдинов Т.А., Савичева С.А. Расчет SAR штыревых антенн сотовых телефонов // Труды Московского технического университета связи и информатики. — М.: "ИД Медиа Паблишер", 2007. — С. 204.

19. Савичева С.А., Гайнутдинов Т.А. Расчет SAR спиральных антенн сотовых телефонов // Труды Московского технического университета связи и информатики. — М.: "ИД Медиа Паблишер", 2008. — Т. 2. — С. 474
20. Курушин А.А., Титов А.П. Расчет антенной системы сотового телефона в присутствии биологического тела. LVII научная сессия посвященная дню радио. 15-16 мая 2002 г., Москва. Том 2, стр.97-99.
21. Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д. Анализ и оптимизация трёхмерных СВЧ-структур с помощью HFSS М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 216 с.
22. Н. И. Вторникова, А. В. Бабалян, А. О. Карелин, В. А. Иванов Оценка интенсивности электромагнитного излучения мобильных телефонов, воздействующего на голову человека.
23. Панченко Б.А. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн сотовых диапазонов моделью головы человека / Б.А. Панченко, М.Г. Гизатуллин, Г.В. Игитханян // Радиотехника и электроника. – 2011. – № 5. – С. 615-621. – Библиогр.: 7 назв.
24. Ш. Даутов, Адель Зин Э.М. Распределение массового коэффициента поглощения (SAR) в теле человека при воздействии дипольной антенны мобильного телефона на частоте 900 МГц // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. - №№ 1-2, 2005 г. - С.89 - 93.
25. <https://tenzor.ua/>
26. Пархета К. А., Черников В. Д., Зеленин Д. О., Зеленина Л.В., Поспелов И.Г. Сравнительный анализ электромагнитного излучения от базовых станций сотовой связи, wi-fi роутеров и мобильных телефонов
27. 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.
28. <https://ru.wikipedia.org/>
29. [http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad\\_5.htm](http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/rad_5.htm)
30. Н. И. Вторникова, А. В. Бабалян, А. О. Карелин, В. А. Иванов Оценка интенсивности электромагнитного излучения мобильных телефонов, воздействующего на голову человека. Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова Т. XXIV № 4 (2017) С. 75–81
31. Ауызша аударма (кітап) – оқу құралы. Авторы – Ә. Тарақов. «Қазақ университеті» баспасы. Алматы,-2009 ж.

## А қосымшасы

### Гейгер түтікшесі арқылы жасалған тәжірибе нәтижелері



