

**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: «Адам ағзасына аса жоғары жиіліктегі электромагниттік  
ерістің әсерінен қорғанудың тиімді әдісін таңдау.»

Магистрант: Манапова А.М. \_\_\_\_\_ 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**  
**Ғұмарбек 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 Манапова Ақмарал Муратқызы

(толық аты-жөні)

Диссертация тақырыбы «Адам ағзасына аса жоғары жиіліктегі  
электромагниттік өрістің әсерінен қорғанудың тиімді әдісін таңдау.»

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

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі «25» мамыр 2020 ж.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты: Заманымыздың қарқынды  
дамуына байланысты аса жоғары жиілікте жұмыс жасайтын құралдардың  
адам ағзасына тигізетін әсерлерін зерттеу және талдау.

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

Электромагнит өрісінің негізгі түсінігі. Электромагнит өрісі дегеніміз  
не, оның түрлері мен жіктелуі

ЭМӨ-нің адам ағзасына әсері. ЭМӨ әсерінен қалай қорғану керек?

Аса жоғары жиіліктердің электромагниттік өрісін зерттеу. ЭМӨ  
диапазонын АЖЖ өлшеуге арналған аспаптар

АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының  
өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген  
электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу

2.1 – сурет. АЖЖ сәулелену ағынын өлшеуіш ПЗ-33 (ПЗ-33М)

2.2 – Сурет.Зертханалық қондырғы

2.3 – сурет. АЖЖ пештеріне жасалған зерттеу қорытындысының  
диаграммасы

2.4 – сурет. АЖЖ пештерінің экрандау тиімділігінің диаграммасы

3.2 – сурет. Параболалық антеннаның нормаланған сәуле құрылымы

3.6 – сурет. 2,45 ГГц жиілікте ЭМИ қауіптілігінің нүктелік көрінісі (1  
ДК дисплейі; 2 — үздіксіз қоректендіру көзі; 3-ДК жүйелік блогы; 4 —  
ноутбук; 5-АЖЖ пеш; 6-ноутбук)

Ұсынылған негізгі әдебиеттер

1. Савельев И.В. «Курс общей физики», том 2, «Электричество и  
магнетизм. Волны. Оптика». М. Наука, 1978г.

2. Хван Т.А., Хван П.А. Основы экологии. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/Д: «Феникс», 2003. - 256с.

3. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов/ Д.А.Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н.Роева и др.; Под ред. Л.А.Муравья. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 447с.

4. <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-materialy-i-sposoby-zaschity-biologicheskikh-obektov-ot-vozdeystviya-elektromagnitnyh-poley-i-izlucheniya/viewer> (Современные материалы и способы защиты биологических объектов от воздействия электромагнитных полей и излучений)

5. [http://www.mstu.edu.ru/science/conferences/11ntk/materials/section17/section17\\_11.html](http://www.mstu.edu.ru/science/conferences/11ntk/materials/section17/section17_11.html)(ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СВЧ-ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА)

6. [https://www.elremont.ru/svch/bt\\_rem19.php](https://www.elremont.ru/svch/bt_rem19.php) (ВЛИЯНИЕ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ)

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 арқылы тәжірибелер жүргізу (зерттеу бөлімі)	02.02.2019	Орындалды
4. АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу	18.02.2020	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 \_\_\_\_\_ (Манапова А.М.)  
(қолы) (аты-жөні)

## **Андатпа**

Бұл магистерлік диссертацияда қарастыратын мәселе адам ағзасына аса жоғары жиіліктегі электромагниттік өрістің әсерінен қорғандың тиімді әдісін зерттеу, және таңдау болып табылады. Диссертацияда арнайы ПЗ-33 өлшеу құралымен АЖЖ диапазонына жататын микротолқынды пеш пен базалық станцияға тәжірибе жүргізілді. АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу жүргізілді.

## **Аннотация**

Проблема, рассматриваемая в данной магистерской диссертации, заключается в изучении и выборе оптимального метода защиты организма человека от воздействия электромагнитных полей высокой частоты. В диссертации проводилась практика микроволновой печи и базовой станции, относящейся к диапазону СВЧ со специальным измерительным инструментом ПЗ-33. Измеренные значения плотности потока энергии электромагнитного поля СВЧ проводилось компьютерное моделирование электромагнитного излучения, проведенное в среде COMSOL Multiphysics

## **Abstract**

The problem considered in this master's thesis is to study and choose the optimal method of protecting the human body from the effects of high-frequency electromagnetic fields. In the dissertation, the practice of a microwave oven and a base station related to the microwave range with a special measuring instrument P3-33 was carried out. Measured values of the energy flux density of the microwave electromagnetic field computer simulation of electromagnetic radiation was performed in the COMSOL Multiphysics environment.

## Мазмұны

Кіріспе.....	6
1 Электромагнит өрісінің негізгі түсінігі.....	8
1.1 Электромагнит өрісі дегеніміз не, оның түрлері мен жіктелуі.....	8
1.2 Электромагнит өрісінің шығу көздері мен сипаттамасы.....	8
1.3 Электромагнит өрісінің негізгі шығу көздері.....	8
1.4 Электромагнит өрісін нормалау.....	17
1.5 Аса жоғары жиілік диапазоны.....	21
1.6 ЭМӨ-нің адам ағзасына әсері.....	30
1.7 ЭМӨ әсерінен қалай қорғану керек?.....	33
1.8 Микротолқынды пеш.....	36
2 Аса жоғары жиіліктердің электромагниттік өрісін зерттеу.....	41
2.1 ЭМӨ диапазонын АЖЖ өлшеуге арналған аспаптар.....	43
2.2 Зертханалық қондырғының сипаттамасы.....	45
2.3 Зертханалық жұмысты орындау кезіндегі қауіпсіздік талаптары.....	47
2.4 Жұмысты жүргізу тәртібі.....	48
3 АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу .....	50
Қорытынды.....	59
Қысқартулар тізбесі.....	60
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	61

## Кіріспе

Магистрлік диссертация тақырыбының өзектілігі мен жаңалығы. Радиоэлектронды жабдықтардың қарқынды дамуына байланысты табиғи фондағы электромагниттік ластанудың жаңа көздері қосылды: ұялы және спутниктік байланыс, навигациялық және радиолокациялық жүйелер, радио қондырғылары, тұрмыстық және медициналық радио жабдықтары және т.б. Бұл техникалық жүйелердің көпшілігі миллиметрлік және микрометрлік толқындарды қолдануды бастады. Мысалы: 5G ұялы байланыс технологиясы. Биологиялық объектілер электромагниттік өрістердің ЭМӨ (электромагниттік өріс) және радиацияның ЭМР (электромагниттік радиация) әсеріне сезімтал. Биологиялық объектілерге жылу емес қарқындылықтың микротолқынды сәулеленуінің әсері жүрек-тамыр, эндокриндік, жүйке және дененің басқа жүйелерінен функционалды және органикалық бұзылулардың дамуына әкелуі мүмкін. Бұл толқындардың адам ағзасына әсері толықтай зерттеліп болмағандықтан, бұл қазіргі таңда ең актуалды тақырыптардың бірі болып табылады. Сондай-ақ, бұл миллиметрлік жиіліктерден қорғану әдістерін қарастыру керек.

Қысқа толқынды пештерді өндірушілер өнертапқыш американдық инженер П. Б. Спенсер екенін айтады. Тергеу кезінде жұмыс излучателя АЖЖ-толқын, ол тауып, бұл кезде белгілі бір жиілікте экскения байқалады қарқынды жылудың бөлінуі. 1945 жылы Спенсер тамақ алуда микротолқынды пайдалануға патент алды, ал 1949 жылы АҚШ-та оның патенті бойынша өнімнің стратегиялық қорын тез еріту үшін алғашқы микротолқынды пештер жасалды. Алайда, Спенсер бірінші патент алды, а ол осы идеяны патенттеуге дейін азық-түлік алу үшін АЖЖ-толқындарды пайдаланды.

Нацисттер, өздерінің әскери операциялары үшін "radiomissor" шағын толқынды плитаны ойлап тапты, Ресеймен соғысуда пайдаланылатын тағамдарды дайындау үшін. Бұл жағдайда тамақ алуға жұмсалған уақыт күрт азайды, бұл мүмкіндік берді, басқа міндеттерге шоғырланады.

АЖЖ-сәулеленудің адам ағзасына әсері кезінде оның энергиясын дене тіндерімен ішінара сіңіреді. Жоғары жиілікті электромагниттік өрістердің әсерінен тіндерде жылу әсерімен қоса жүретін Жоғары жиілікті токтар пайда болады. Ағзаға АЖЖ-сәулеленудің ұзақ және жүйелі әсері жоғары шаршағыштық, мезгіл-мезгіл пайда болатын бас ауруы, ұйқышылдық немесе ұйқының бұзылуы, артериялық қысымның жоғарылауы және жүрек аймағында ауырсыну тудырады. Жоғары жиіліктегі Электромагнитті өрістердің әсерінен қандағы өзгерістер, қалқанша безінің, көз катарактісінің артуы, ал жекелеген адамдарда — психикалық саладағы өзгерістер (тұрақсыз көңіл-күй, ипохондрикалық реакциялар) және трофикалық құбылыстар (шаш түсуі, тырнақтың сынуы) байқалады.

АЖЖ-толқындардың ең тиімді сіңуі судың көп мөлшері бар тіндерде байқалады: қан, мата сұйықтығы, асқазанның шырышты қабығы, ішек, көз бұршағы және т. б.

АЖЖ-сәулеленудің салдары: нерв және эндокриндік реттеу процестерінің тежелуі және сарқылуы; зат алмасудағы қозғалыстар, синтетикалық процестердің тежелуі; спецификалық емес резистенттіліктің (қарсылық) төмендеуі, иммундық процестердің әлсіреуі; қоршаған орта факторларына бейімделудің төмендеуі байқалады. Аталғандардың салдары: сырқаттанушылықтың (жалпы, жұқпалы, соматикалық) артуы, преморбидті жағдайлар; бар созылмалы аурулардың ауырлауы; жүрек-тамыр, қан өндіру, генеративтік және ағзаның басқа да жүйелерінде функционалдық бұзылулар болады.; невротикалық бұзылулар; гормональды теңгерімнің бұзылуы, ағзаның мерзімінен бұрын қартаюы; онкогенді процестер мен ұрпақтардың арасындағы алыс салдарлар, бейімделу механизмдерінің бұзылуына әкелетін зақымдаушы әсерлердің кумуляциясы болуы мүмкін. Барлық бұл бұзушылықтар аса жоғары жиіліктердің әрекет етуі кезінде анықталады.

Диссертациялық зерттеудің мақсаты: Заманымыздың қарқынды дамуына байланысты аса жоғары жиілікте жұмыс жасайтын құралдардың адам ағзасына тигізетін әсерлерін зерттеу және талдау

## **1 Электромагнит өрісінің негізгі түсінігі**

### **1.1 Электромагнит өрісі дегеніміз не, оның түрлері мен жіктелуі**

Іс жүзінде электромагниттік ортаны сипаттағанда «электр өрісі», «магниттік өріс», «электромагниттік өріс» терминдері қолданылады. Бұлардың не мағына беретінін және өзара қандай байланысқа ие екенін қысқаша түсіндіріп өтейік.

Электр өрісі зарядтар арқылы құрылады. Мысалы, барлығымызға мектеп тәжірибесінен белгілі эбонитті электрлеу кезінде электр өрісі пайдаланылады.

Магнит өрісі өткізгіштен электр зарядтарының қозғалысы кезінде пайда болады.

Электр өрісінің мәнін сипаттау үшін электр өрісінің кернеулігі (белгілеуі –  $E$ , өлшем бірлігі В/м (Вольт-метрге)) ұғымы қолданылады. Магнит өрісінің мәні магнит өрісінің кернеулігімен (белгілеуі -  $H$ , өлшем бірлігі - А/м (Ампер-метрге) сипатталады. Өте төмен және аса төмен жиіліктерді өлшеу кезінде магнит индукциясы ( белгіленуі  $B$  өлшем бірлігі - Тл (Тесла) Тл миллионнан бір бөлігі 1,25 А/м сәйкес келеді) ұғымы жиі қолданылады.

Электромагнит өрісі – бұл материяның ерекше формасы, бұның әсерінен электрлі зарядталған бөлшектер арасында жүзеге асырылады.

Электромагнит өрісінің болуының физикалық себебі уақытқа байланысты өзгертін  $E$  электр өрісі  $H$  магнит өрісін тудырады, ал өзгертін  $H$  құйынды электр өрісін тудыратынына байланысты:  $E$  және  $H$  компоненттері үзіліссіз өзгеру арқылы бірін бірі қоздырады. Қозғалыссыз немесе бірқалыпты қозғалатын зарядтардың электромагниттік өрісі осы бөлшектермен үзіліссіз байланысты. Зарядталған бөлшектердің жедел қозғалысы кезінде электромагниттік өріс олардан үзіледі және туындау көзін жоя отырып жоғалмай (мысалы, радиотолқындар өздерін тарататын антеннада ток көзінің болмауы кезінде де жоғалып кетпейді), электромагниттік толқындар түрінде тәуелсіз сақталады.

### **1.2 Электромагнит өрісінің шығу көздері мен сипаттамасы**

Электромагниттік тербелістердің толық спектрі шексіз үлкен толқын диапазонын алып жатыр – ең ұзыны белгісіз үлкен ұзындықтан, ең қысқасы толқын ұзындығы  $<5 \cdot 10^{-3}$  нм (жиілігі  $\approx 0$ -ден  $3 \cdot 10^{21}$  Гц) өте қысқа гамма – сәулелерге дейін. Спектрдің құрамына төмен жиілікті толқындар, радиотолқындар, оптикалық және иондаушы сәулеленулер кіреді. Қазіргі уақытта әртүрлі салаларда спектрдің иондамайтын бөлігіндегі электромагниттік энергия ауқымды қолданысқа ие. Бұл, басқаларға қарағанда, радиожиілікті электромагнит өрісіне қатысты.

### **1.3 Электромагнит өрісінің негізгі шығу көздері**

Электромагниттік сәуле шығарудың негізгі көздеріне мыналар жатады:

– Электрокөлік (трамвайлар, троллейбустар, пойыздар);



- Электр желілері (қалалық жарықтандыру, жоғары кернеу);
- Электр сымдары (ғимарат ішіндегі, телекоммуникациялар);
- Тұрмыстық электр құрылғылары;
- Теле-радио станциялар (таратушы антенналар);
- Жерсеріктік және ұялы байланыс (таратушы антенналар);
- Радарлар;
- Дербес компьютерлер;

Бұл жерден көріп отырғанымыздай электромагниттік сәуле шығаратын құрылғылар біздің өмірімізде жиі кездеседі.

1.3.1 Электрокөлік. Электрқуатымен қозғалатын көлік – электропойыздар (оның ішінде метрополитен пойыздары), троллейбустар, трамвайлар және т.б. – 0 ден 1000 Гц жиілік аралығындағы магнит өрісінің айтарлықтай күшті қуат көзі болып табылады. Деректерге сәйкес қала маңына қатынайтын электропойыздарындағы В магнит индукциясының максимал мәні 75 мкТл (орташа мән 20 мкТл ие болған кезде). В орташа мәні тұрақты ток электроқозғалтқышын пайдаланатын көлікте 29 мкТл деңгейінде белгіленген.

1.3.2 Электр желілері. Жұмыс жасап тұрған электр желілерінің сымдары өз салмағында өндірістік жиіліктегі электр және магнит өрісін туғызады. Желі сымдарынан тарайтын бұл өрістер ондаған метр қашықтыққа жетеді. Электр өрісінің таралу қашықтығы электр желілерінің кернеуінің классына байланысты (кернеу классын көрсететін сан электр желісінің атауында болады – мысалы, ЭЖ 220 кВ). Кернеу неғұрлым көп болса электр өрісінің жоғары деңгейдегі аумағы соғұрлым көп болады, соған қарамастан аймақ өлшемі ЭЖ жұмыс жасау уақытына қатысты өзгермейді.

Магнит өрісінің таралу қашықтығы желідегі тоқтың көптігіне немесе желінің жүктемелігіне байланысты болады. ЭЖ жүктемелігі тәулік ішінде, және жыл мезгілдерінің өзгеруіне байланысты бірнеше рет өзгертіндіктен магнит өрісінің жоғару деңгейде таралу аймағында өзгереді.

Электр және магнит өрісі олардың әрекет ету аумағына түсетін барлық биологиялық нысандардың жағдайына әсер ететін өте күшті фактор болып табылады. Мысалы, ЭЖнің электр өрісі әрекет ету ауданында жәндіктердің мінезінде өзгерістер пайда болған: араларда жоғары агрессивтілік, мазасыздық, жұмыс істеу қабілеттілігінің төмендеуі және өнімділіктің азаюы байқалған; қоныздарда, масаларда, көбелектерде және басқада ұшқыш жәндіктерде мінездерінің реакциясының өзгеруі, сонымен қоса ұшу бағытының электромагнит өрісінің деңгейі төмен жаққа қарай өзгеруі байқалған.

Өсімдіктерде дамудың ауытқулары кең таралған – гүлдердің, жапырақтардың, сабақтардың өлшемдері мен пішіндері өзгерген, артық жапырақшалар пайда болған. Дені сау адам ЭЖ өрісінде ұзақ уақыт болғаннан зардап шегеді. Қысқа уақытты сәулелену (минуттық) гиперсезімтал адамдардың немесе аллергияның кейбір түрлерімен ауыратын адамдардың

ғана жағымсыз реакциясын тудырады. ЭЖ электромагнит өрісінде ұзақ уақыт (айлар-жылдар) болу адамдардың жүрек қан тамыр және жүйке жүйесі ауруларына әкеліп соғады. Соңғы жылдары онкологиялық аурулар кең таралмаған аурулар ішінен жиі қайталануда.

Электр сымдарын 50 Гц өндірістік жиілік диапазонында тұрғын үйлердегі электромагниттік ортаға ғимараттағы электротехникалық жабдықтар үлкен үлес қосады, нақтырақ айтқанда барлық пәтерлерге және ғимараттың тіршілігіне қажетті жүйенің басқа қолданушыларына электр қуатын жеткізетін кабельдік желілер, таратушы шкафтармен трансформаторлар. Осындай тарату көздеріне іргелес орналасқан бөлмелерде электр тогынан пайда болатын өндірістік жиіліктегі магниттік өріс деңгейі әдетте жоғары деңгейде болады. Осыған қарамастан, өндірістік жиіліктегі электр өрісі әдетте жоғары емес және 500В/м тұрғындарға рұқсат етілген ең жоғары деңгейден аспайды.

Өріс көзі – іргелес орналасқан тұрғын жайға жарамсыз бөлмелердегі электр қуатын тарату пункттері. Жасалған зерттеулер нәтижелері аз деңгейдегі төменжиілікті магнит өрісінің сәулеленуінің тұрғындарға арналған міндетті шектеулер немесе шектік мәндерді анықтап бере алмады.

Қазіргі сәтте көптеген мамандар магниттік индукцияның шекті рұқсат етілген мәндерін 0,2 - 0,3 мкТл тең деп есептейді. Осыған қарамастан аурулардың – ең бірінші лейкемияның – таралуы жоғары деңгейдегі өрістерде адамдардың айтарлықтай ұзақ уақыт болуынан(күніне бірнеше сағат, түнгі уақытта, жылдан астам уақыт аралығында) екндігі өте мүмкін.

1.3.3 Теле-радиостанциялар. Қазіргі уақытта әртүрлі мақсаттағы таратушы радиоорталықтардың саны біршама көп. Таратушы радиоорталықтар өздеріне арналған арнайы аумақта орналасады және оның аумағы айтарлықтай үлкен болып табылады(1000 га дейін). Құрамына қарай олар бір немесе бірнеше техникалық ғимараттардан тұрады және бұл ғимараттарда радиотаратқыштар мен антенналық өрістер орналасқан, өрістерде бірнеше ондаған антенна-фидерлік жүйелер орналасқан(АФЖ). АФЖ-ның құрамы радиотолқынды өлшеуге арналған антеннадан және таратқыштан қуат алатын, антеннаға жоғарыжиілікті энергия таситын фидерлік линиядан тұрады.

Таратушы радиоорталықтар (ТРО) туғызатын электромагнит өрісінің зиянды әсер ету аймағын шартты түрде екі бөлімге бөлуге болады.

Аймақтың бірінші бөлімі – бұл радиотаратқыштар мен АФЖ жұмысын қамтамасыз ететін барлық қызметтер орналасқан ТРО. Бұл аумақ күзетіледі, және ол жерге таратқыштар, АФЖ және комутаторларға қызмет көрсетумен тікелей кәсіби байланысты адамдар ғана жіберіледі. Екінші бөлім – бұл ТРО-ға іргелес аумақтар, оларға кіру ашық және әртүрлі тұрғын жайлар тұрғызуға болады, бұл жағдайда осы аймақтағы адамдарға сәулелену қаупі жоғары болады.

Электромагниттік өрістің жоғары деңгейі төмен, орта және жоғары жиілікті таратқыш радиоорталықтардың орналасқан аумағында, кейде осы аумақтың сыртында да байқалады.

Қазіргі таңда елді мекендердегі электромагнит өрісінің кең таралған түрлері ӨЖЖ және УЖЖ диапазондағы сәуле шашатын радиотехникалық таратқыш орталықтар себебінен болады.

Телевизиялық таратқыштар. Телевизиялық таратқыштар, ережеге сай, қалаларда орналасды. Таратқыш антенналар әдетте 110 м-ден асатын биіктікте орналасады. Адам ағзасына тигізетін зиянына байланысты қызығушылық туғызатын өріс деңгейлері бірнеше ондаған метрден бірнеше километрге дейін жетеді. 1 МВт қуатқа ие таратқыштан 1 км қашықтықтағы электр өрісі, әдетте, 15 В/м- ге жетуі мүмкін. Телевизиялық каналдардың және таратқыш станциялардың санының күрт өсуі салдарынан, телевизиялық таратқыштардың электромагнит өрісінің деңгейін бағалау қазіргі таңдағы проблемалардың ішіндегі маңыздылардың біріне айналууда.

1.3.4 Жерсерікті байланыс. Жерсерікті байланыс жүйесі жер бетіндегі қабылдаушы – таратушы станциялардан және орбитада орналасқан жерсеріктен тұрады. Жерсерікті байланыс станциясының антеннасының бағытталу диаграммасы жарқын көрсетілген тар бағытты негізгі сәулеге ие – ол басты жапырақша. Бағыттау диаграммасының басты жапырақшасындағы энергия ағымының тығыздығы (ЭАТ) антеннаның жақын аумағында бірнеше жүздеген Вт/м<sup>2</sup> ге жетуі мүмкін, және де алыс қашықтықта өріс деңгейі ауқымды болады. Мысалы, қуаты 225кВт, 2,38 ГГц жиілікте жұмыс жасайтын станция 100 км қашықтықта 2,8 Вт/м<sup>2</sup> – қа тең ЭАТ шығарады. Алайда негізгі сәуледен шашырайтын энергия үлкен емес және көбіне антенна орналасқан ауданда таралады.

1.3.5 Ұялы байланыс. Ұялы байланыс жүйесінің негізгі элементтеріне базалық станциялар (БС) және мобильді радиотелефондар (МРТ) жатады. Базалық станциялар мобильді радиотелефондармен радио байланысты қамтамасыз етеді, соның әсерінен БС және МРТ ультра жоғары жиілікті (УЖЖ) диапазонындағы электромагниттік сәулелену көздері болып табылады. Ұялы радио байланыс жүйесінің басты ерекшелігі радио жиілікті спектр жүйесінің жұмысына (кірудің әртүрлі әдістерін қолдана отырып, бірегей жиіліктердің көпретті қолданылуы) ыңғайлы қолданылуы болып табылады, бұл көптеген абоненттерді телефондық байланыспен қамтамасыз ету мүмкіндігін береді. Жүйе жұмысында кейбір аумақтарды аймақтарға немесе, әдетте радиусы 0,5-10 км болатын ұяшықтарға бөлу принципі қолданылады.

Базалық станциялар. Базалық станциялар өз аймағында орналасқан мобильді радио телефондармен байланысты қамтамасыз етеді және сигналды қабылдау мен тарату режимінде жұмыс істейді. Стандартына байланысты, БС электромагниттік энергияны 463-тен 1880 МГц-ке дейінгі жиілік

диапазонында сәулелендіреді. БС антенналары жер бетінен 15-100 м биіктікте бұрыннан орналасқан құрылыстарда (әлеуметтік, қызметтік, өнеркәсіптік және тұрғылықты ғимараттарда, кәсіпорындарының түгін құбырларында және т.б.), немесе арнайы құрылған мачталарда орналастырылады. Бір жерде орналасқан БС антенналарына таратушы (немесе қабылдаушы-таратушы), ЭМӨ көзі болып табылмайтын қабылдаушы антенналарда кіреді.

Ұялы байланыс жүйелерін құрудың технологиялық талаптарына сәйкес, тік жазықтықта орналасқан антенналардың бағыттау диаграммасы сәулеленудің негізгі энергиясын (90%-дан жоғары) тар сәулеге бағыттау мақсатымен есептелген. Ол әрдайым БС антенналары тұрған ғимараттардан кері бағытта және жақын маңдағы ғимараттардан биік орналастырылады, бұл жүйенің дұрыс жұмыс жасауының негізгі шарты болып табылады.

Базалық станция таратушы радио техникалық нысандардың сәулелену қуаты тәулігіне 24 сағат бойы тұрақты емес түрі болып табылады. Жүктеме базалық станцияға қарайтын ұялы телефондардың иелеріне және олардың телефон қолдануға деген ниеттеріне (бұл міндетті түрде тәулік уақытынан, БС орналасқан жерден, апта күнінен және т.б. тікелей байланысты) байланысты анықталады. Түнгі уақыттарда базалық станциялардың жүктелуі төмен, бұл уақытта станциялар әдетте үнсіз.

1.3.6 Мобильді радиотелефондар. Мобильді радиотелефон (МРТ) шағын өлшемді қабылдау – тарату құрылғысы болып табылады. Телефон стандартына байланысты тарату 453-1785 МГц жиілік диапазонында жүргізіледі. МРТ тарататын сәулелену қуаты тұрақсыз, негізгі дәрежесі «мобильді радиотелефон-базалық станция» байланыс каналының жағдайына байланысты, яғни қабылдау орнында БС сигналының деңгейі неғұрлым жоғары болса, МРТ сәулелену қуаты соғұрлым төмен болады.

Максималды қуат 0,125-1 Вт шекарасында болады, алайда нақты жағдайда бұл әдетте 0,05-0,2 Вт-дан аспайды. МРТ сәулеленуінің қолданушы организмне ететін әсері туралы сұрақ әлі күнге дейін ашық болып келеді. Өртүрлі елдердің ғалымдарының биологиялық нысандарға (соның ішінде еріктілерге) жасаған көптеген зерттеулері даулы, кейде бір-біріне қарама-қайшы нәтижелерге алып келді. Тек адам организмнің ұялы телефондағы сәулеленуге жауап беруі талассыз факт болып табылады. Сондықтан МРТ қолданушыларға кейбір сақтану шараларын істеу қажет:

- Қажеттілік жоқ жағдайда ұялы телефонды қолданбаңыз;
- 3-4 минуттан астам уақыт тоқтаусыз сөйлеспеңіз;
- МРТ-ны балалардың қолдануына жол бермеңіз;
- Сатып алған кезде максималды сәулелену қуаты төмен ұялы телефонды таңдаңыз.

Мобильді радиотелефонмен сөйлесіп тұрған адамның айналасындағы адамдарға МРТ тарататын электромагнит өрісі ешқандай қауіп танытпайды.

Мобильді телефонның жұмысы кезінде электромагниттік сәулелену базалық станцияның қабылдағышымен ғана емес, қолданушының денесімен

де, бірінші кезекте оның басы қабылдайды. Ғалымдардың тәжірибесі адамның миы ұялы телефонның сәулеленуін сезініп қана қоймай, ұялы байланыстың стандарттарында анықтайды.

1.3.7 Радарлар. Радиолокациялық станциялар айна типті антенналармен жабдықталған және оптикалық ось бойымен бағытталған сәуле түріндегі тар бағытты сәулелену диаграммасына ие.

Радиолокациялық жүйелер 500 МГц-тен 15 ГГц-ке дейінгі жиілік аралығында жұмыс істейді, алайда кейбір жүйелер 100 ГГц-ке дейінгі жиілікте жұмыс істей алады. Олар тарататын электромагнитті сигнал басқалардың сәулеленуінен түбегейлі түрде ұқсас емес. Бұл антеннаның мерзімді орын ауыстыруынан туындайтын сәулеленудің үздікті болуына тікелей байланысты. Сәулеленудің уақытша үзілуі радиолокатор жұмысының сәулеленуге деген циклділігінен туындайды. Радиотехникалық құралдардың жұмыс режимдеріне байланысты жұмыс уақыты бірнеше сағаттан тәулікке дейін созылуы мүмкін. Осылайша 30 минут – сәулелену, 30 минут-үзіліс уақыттымен жұмыс жасайтын метеорологиялық радиолокатордың жалпы жұмысы 12 сағаттан асады, ал аэропорттардың радиолокациялық станциялары тәулік бойы жұмыс жасайды. Бағытталу диаграммасының ені горизонталь жазықтықта әдетте бірнеше градус, ал шолу кезіндегі сәулелену ұзақтығы ондаған миллисекундты құрайды.

Метеорологиялық радарлар сәулеленудің әрбір циклында 1 км қашықтықта энергия ағынының тығыздығы (ЭАТ)  $\sim 100 \text{ Вт/м}^2$  туғызады.

Аэропорттардың радиолокациялық станциялары 60 м қашықтықта ЭАТ  $\sim 0,5 \text{ Вт/м}^2$  құрады. Теңіздік радиолокациялық құрылғылар барлық кемелерге орнатылады, әдетте оның таратқышының қуаты аэродромдық радарларға қарағанда әлде қайда төмен, сондықтан ЭАТ сканерлеу режимінде бірнеше метр қашықтықтағы таратуы  $10 \text{ Вт/м}^2$ -тан аспайды.

Өртүрлі мақсаттағы радиолокаторлардың қуатының өсуі және өткір бағытты жан-жақты бақылау антенналарын қолдану аса жоғары жиілік диапазонындағы электромагниттік сәулелену қарқынының айтарлықтай өсуіне әкеп соғады және үлкен аумақта энергия ағынының жоғары тығыздығын туғызады. Жағымсыз жағдайлардың көбі аумағында аэропорттары бар қалалардың тұрғылықты аудандарында байқалады.

1.3.8 Дербес компьютерлер. Компьютер қолданушының денсаулығына жағымсыз әсер ету көзінің негізгісі визуалды дисплей қондырғысындағы ақпараттың электронды-сәулелік түтіктен өтуі болып табылады. Төменде оның кері әсерінің негізгі факторлары көрсетілген.

Монитор экранының эргономиялық параметрлері:

- Сыртқы жарықтың интенсивтілігі кезінде бейне контрастының төмендеуі;
- Монитор экранының беткі қабатындағы айналық жарқылаулар;
- Монитор экранындағы бейненің жыпылықтауы.

- Монитордың сәуле шашу сипаттамалары:
- Монитордың электромагнит өрісі 20 Гц-1000 МГц жиілік диапазонында;
- Монитор экранындағы статикалық электр заряды;
- 200-400 нм диапазонындағы ультра күлгін сәулеленуі;
- 1050 нм-1 мм диапазонындағы инфрақызыл сәулеленуі;
- 1,2 кэВ < рентген сәулесі.

#### 1.3.8.1 Компьютер айналымы электромагнит өрісінің көзі ретінде

Дербес компьютердің негізгі бөлшектеріне мыналар жатады: жүйелік блок (процессор) және әртүрлі кіріс-шығыс ақпарат құралдары: пернетақта, дискілі жинақтауыш, принтер, сканер және т.б. Әрбір дербес компьютер ақпаратты визуалды тарату құралын қосады, олар әртүрлі аталады – монитор, дисплей. Дербес компьютерді жиі жүйелік сүзгілермен, тоқтаусыз қуат көзімен және басқада көмекші электро құрылғылармен жабдықталады. Осы элементтер ДК жұмыс кезінде қолданушының жұмыс орнында қиын электромагниттік ортаны құрайды.

#### 1.3.8.2 ДК ЭМӨ көзі ретінде.

Дербес компьютер тарататын электромагнит өрісі 0 Гц тен 1000 МГц ке дейінгі жиілік диапазонында қиын спектральды құрамға ие. Электромагнит өрісі электрлік ( $E$ ) және магниттік ( $H$ ) бөлшектерге ие, соған қарамастан олардың өзара қарым-қатынасы айтарлықтай қиын, сондықтан  $E$  және  $H$  ты бағалау жекелей жүргізіледі.

#### 1.3.8.3 Қолданушыларды ЭМӨ әсерінен қорғау құралдары.

Қорғаныс құралдарының негізгілері ретінде монитор экрандарына арналған қорғаныс сүзгілері ұсынылады. Олар монитор экранынан шығатын зиян факторлардың қолданушыға кері әсерін азайтады, монитор экранының эргономикалық параметрлерін жақсартады және қолданушы бағытында монитор сәулеленуін төмендетеді.

1.3.9 Тұрмыстық электротехника. Электр тогын қолдана отырып жұмыс істейтін барлық тұрмыстық аспаптар электромагнит өрісінің көздері болып табылады. Қуаттырақ көздерге АЖЖ-пештер, аэрогрильдер, “аязсыз” жүйесі бар тоңазытқыштар, асханалық сорғыштар, электр плиталары, теледидарлар жатады. Таратылатын ЭМӨ, моделіне және жұмыс істеу тәртібіне байланысты, бір типті құрылғылардың арасында да қатты өзгереді. Төменде келтірілген ақпараттар 50 Гц өндірістік жиіліктегі магнит өрісіне жатады.

Магнит өрісінің мәні аспаптың қуатына тікелей байланысты – ол неғұрлым жоғары болса, оның жұмысы кезіндегі магнит өрісі соғұрлым жоғары болады. Барлық электротұрмыстық аспаптардың өндірістік жиіліктегі электр өрісінің мәні 0,5 м қашықтықта бірнеше ондаған В/м дан аспайды, бұл 500 В/м шекті рұқсат етілген деңгейден (ШРЕД) әлдеқайда төмен.

1.1 кесте - 0,3 м қашықтықтағы тұрмыстық электроаспаптардың өндірістік жиіліктегі магнит өрісінің деңгейі

Тұрмыстық электроаспап	мкТл,дан	мкТл,дейін
Шаңсорғыш	0,2	2,2
Дрель	2,2	5,4
Тұрмыстық электроаспап	мкТл,дан	мкТл,дейін
Үтік	0,0	0,4
Миксер	0,5	2,2
Теледидар	0,0	2,0
Люминесцентті лампа	0,5	0,5
Кофеқайнатқыш	0,0	0,2
Кір жуатын машина	0,0	0,3
Микротолқынды пеш	4,0	12,0
Электр плитасы	0,4	4,5

1.2 кесте - ЭМӨ көзі болып табылатын тұтыну өнімдеріне арналған шекті рұқсат етілген элетромагнит өрісінің деңгейі

Көздері	Диапазон	ШРЕД мәні	Ескертпе
Индукционды пештер	20 - 22 кГц	500 В/м 4 А/м	Өлшеу шарты : қашықтық корпустан 0,3 м
АЖЖ пештер	2,45 ГГц	10 мкВт/см <sup>2</sup>	Өлшеу шарты : қашықтық кез келген нүктеден 0,50 ± 0,05 м, 1 литр су болған кезде
Видеодисплейлі Терминал ДЭЕМ	5 Гц - 2 кГц	Ешред = 25 В/м Вшред = 250 нТл	Өлшеу шарты : қашықтық ДЭЕМ мониторы айналасында 0,5 м
	2 - 400 кГц	Ешред = 2,5 В/мВ шред = 25 нТл	
	Жоғарғы бетті электростат. потенциал	V = 500 В	Өлшеу шарты : қашықтық ДЭЕМ мониторы экранынан 0,1 м
Басқа өнімдер	50 Гц	E = 500 В/м	Өлшеу шарты : қашықтық Бұйым корпусынан 0,5 м
	0,3 - 300 кГц	E = 25 В/м	
	0,3 - 3 МГц	E = 15 В/м	
	3 - 30 МГц	E = 10 В/м	
	30 - 300 МГц	E = 3 В/м	
	0,3 - 30 ГГц	ЭАТ = 10 мкВт/см <sup>2</sup>	

1.3.9.1 Мүмкін биологиялық әсерлер. Адам ағзасы электромагнит өрісіне әрдайым сезімтал. Алайда, бұл сезімталдық паталогия ауысып, ауыру тудыру үшін бірқатар шарттар орындалуы тиіс – соның ішінде өріс деңгейінің жоғарылауы және сәулеленудің ұзақтығы. Сондықтан, өріс деңгейі аз тұрмыстық техниканы қолдану немесе тұрмыстық техниканың аз уақыттық электромагнит өрісі халықтың негізгі бөлігінің денсаулығына зиян келтірмейді. Жоғары қауіптілік тек электромагнит өрісіне аса сезімтал адамдарға және аллергиямен ауыратын адамдарға ықтимал болады.

Одан бөлек, заманауи деректерге сәйкес, өндірістік жиіліктегі магнит өрісі 0,2 микротесладан жоғары деңгейдегі сәулелену ұзақ уақытқа (бірқалыпты, тәулігіне 8 сағаттан астам және бірнеше жыл қатарынан) сзылған жағдайда адам ағзасына қауіпті болады.

**Ұсыныстар:**

– Тұрмыстық техниканы сатып алған кезде Гигеналық түйіндемеден (сертификаттан) өнімнің "халыққа арналған тауарларды тұрмыста қолданудағы физикалық факторлардың рұқсат етілген деңгейі туралы Халықаралық санитарлық нормалар" талабына сай болуын тексеріңіз;

– Пайдалану қуаты төмен техниканы таңдаңыз: басқа жағдайлар тең болған сәтте өндірістік деңгейдегі магнит өрісі төмен болады;

– Пәтерде өндірістік жиіліктегі магнит өрісінің жағымсыз көздеріне "аязсыз" жүйесі бар тоңазытқыш, "жылы едендердің" кейбір түрлері, жылытқыштар, теледидарлар, дабыл жүйесінің кейбір түрлері, әртүрлі зарядтау құрылғылары, токты өзгерткіштер және түзеткіштер жатады – егер бұл заттар сіздің түнгі ұйқыңыз кезінде жұмыс істейтін болса, онда жатын орныңыз олардан кем дегенде 2 метр қашықтықта болуы тиіс.

– Пәтерде тұрмыстық техниканы орналастыру кезінде келесі принциптерді назараға алыңыз:

– Тұрмыстық электроаспаптарды демалыс орнынан мейлінше алыс орналастырыңыз;

– Тұрмыстық электроаспаптарды бір-біріне жақын қоймаңыз және оларды бірінің үстіне бірін қоймаңыз.

Микротолқынды пеш (АЖЖ-пеш) өз жұмысында тамақты жылыту үшін микротолқынды сәулелену немесе АЖЖ-сәулелену деп те аталатын электромагнит өрісін қолданады. Микротолқынды печьтердің АЖЖ-сәулелену жұмыс жиілігі 2,45 ГГц-ті құрайды. Көптеген адамдар дәл осы сәулеленуден қорқады. Алайда, заманауи микротолқынды печьтер электромагнит өрісін жұмыс көлемінің сыртына шығармайтын айтарлықтай мықты қорғаныспен қамтамасыз етілген. Осыған қарамастан өріс микротолқынды пештің сыртына шықпайды деп кесіп айтуға болмайды. Әртүрлі себептерге байланысты тауыққа арналған электромагнит өрісінің бөлігі, әсіресе есіктің оң жақ төменгі бұрышынан, сыртқа тарайды. Электр өрісінің энергия ағынының тығыздық мәні 1 литр суды қыздыру кезінде пеш корпусының кез-келген нүктесінен 50 см қашықтықта 10 мкВт/см<sup>2</sup>-тан аспауы керек. Барлық дерлік жаңа заманауи микротолқынды пештер бұл талапты



үлкен артықшылықпен орындайды. Соған қарамастан жаңа пеш сатып алған кезде сәйкестік сертификатында сіздің пешіңіз осы нормаларға сай екеніне көз жеткізіңіз.

Микротолқынды пештің ерекшелігін ескере отырып, оны қосқаннан соң 1,5 м қашықтыққа шегінген жөн – бұл жағдайда электромагнит өрісі сізге мүлдем зиян келтірмейді.

#### 1.4 Электромагнит өрісін нормалау

Санитарлық нормаларға сәйкес 0-ден 300 МГц дейінгі жиіліктер диапазонында электр өрісінің(ЭӨ) кернеулігін және магнит өрісінің(МӨ) кернеулігін (немесе МӨ индукциясын) және энергия ағынының тығыздығын (ЭАТ) бақылайды. АЖЖ диапазонында ЭАТ нормаланады (1.3-кестені қараңыз). Адамның сәулелену көздерінің әсер ету аймақтарында болу ұзақтығы энергетикалық экспозициямен (энергетикалық жүктемемен) бағаланады:

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 * T$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 * T$$

$$\text{ЭЭ}_{\text{ЭАТ}} = \text{ЭАТ}^2 * T$$

мұндағы,  $\text{ЭЭ}_E$  - электр өрісінің кернеулігінің энергетикалық экспозициясы,  $(\text{В/м})^2 * \text{сағ}$ ;

$\text{ЭЭ}_H$  - магниттік өріс кернеулігінің энергетикалық экспозициясы,  $(\text{А/м})^2 * \text{сағ}$ ;

$\text{ЭЭ}_{\text{ЭАТ}}$  - энергия ағыны тығыздығының энергетикалық экспозициясы,  $(\text{мкВт/см}^2)^2 * \text{сағ}$ ;

$E$ -электр өрісінің кернеулігі, В / м;

$H$ -магнит өрісінің кернеулігі, А/М;

ЭАТ-энергия ағынының тығыздығы, мкВт / см<sup>2</sup>;

$T$ -ауысым ішіндегі әсер ету уақыты, сағ

1.3 кесте - Санитариялық-гигиеналық бақылау кезінде өлшенетін ЭМӨ параметрлері

Жиілік	Диапазон	Бақыланатын параметр	Белгілеу	Өлшем бірлігі
0,1 - 300 Гц	УТЖ, ҚТЖ, АТЖ	ЭӨ кернеулігі МӨ кернеулігі МӨ индукциясы	$E$ $H$ $B$	В/м А/м Тл
0,3 кГц - 300 МГц	ИТЖ, ӨТЖ, ТЖ, ОЖ, ЖЖ, ӨЖЖ	ЭӨ кернеулігі МӨ кернеулігі МӨ индукциясы Энергия ағынының тығыздығы	$E$ $H$ $B$ ЭАТ	В/м А/м Тл мкВт/см <sup>2</sup>

1.3 кесте жалғасы

Жиілік	Диапазон	Бақыланатын параметр	Белгілеу	Өлшем бірлігі
30 кГц - 300 МГц	ТЖ, ОЖ, ЖЖ, ӨЖЖ	ЭӨ энергетикалық экспозициясы МӨ энергетикалық экспозициясы	$\text{ЭЭ}_E$ $\text{ЭЭ}_H$	$(B/m)^2 \cdot \text{ч}$ $(A/m)^2 \cdot \text{ч}$
300 МГц - 300 ГГц	АЖЖ	Энергия ағынының тығыздығының энергетикалық экспозициясы	$\text{ЭЭ}_{\text{ЭАТ}}$	$(\text{мкВт}/\text{см}^2)^2 \cdot \text{ч}$

1.4 кесте - Жиіліктер бойынша электромагниттік толқындардың халықаралық жіктелуі

Жиілік диапазонының атауы	Диапазон шекарасы	Толқын диапазонының атауы	Диапазон шекарасы
Қатты төмен, ҚТЖ	3 - 30 Гц	Декамегаметрлік	100 - 10Мм
Аса төмен, АТЖ	30 – 300 Гц	Мегаметрлік	10 - 1 Мм
Инфратөмен, ИТЖ	0,3 - 3 кГц	Гектокилометрлік	1000 - 100 км
Өте төмен, ӨТЖ	3 - 30 кГц	Мириаметрлік	100 - 10 км
Төмен жиілік, ТЖ	30 - 300 кГц	Километрлік	10 - 1 км
Орта, ОЖ	0,3 - 3 МГц	Гектометрлік	1 - 0,1 км
Жоғары жиілік, ЖЖ	3 - 30 МГц	Декаметрлік	100 - 10 м
Өте жоғары, ӨЖЖ	30 - 300 МГц	Метрлік	10 - 1 м
Ультражоғары, УЖЖ	0,3 - 3 ГГц	Дециметрлік	1 - 0,1 м
Аса жоғары, АЖЖ	3 - 30 ГГц	Сантиметрлік	10 - 1 см
Қатты жоғары, ҚЖЖ	30 - 300 ГГц	Миллиметрлік	10 - 1 мм
Гипержоғары, ГЖЖ	300 – 3000 ГГц	Децимиллиметрлік	1 - 0,1 мм

Параметрлердің рұқсат етілген мәндерін нормалау жиілік диапазонына байланысты және ЭМӨ көздерімен тікелей жұмыс істейтін адамдар үшін және халық үшін сараланған тәсілді көздейді.

Бір ауысымда жұмыс орындарындағы энергетикалық экспозициялардың ШРЕД 1.5-кестеде көрсетілген. Кез келген жағдайда ЭӨ және МӨ кернеулігінің барынша рұқсат етілген деңгейлері, ЭМӨ энергиясы ағынының тығыздығы 1.5-кестеде берілген мәндерден аспауы тиіс.

1.5 кесте -  $\geq 30$  кГц-300 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ энергетикалық экспозицияларының ШРЕД.

Параметр	ЭЭ <sub>ШРЕД</sub> жиілік диапазонында, МГц				
	$\geq 0,03 - 3,0$	$\geq 3,0 - 30,0$	$\geq 30,0 - 50,0$	$\geq 50,0 - 300,0$	$\geq 300,0 - 300000,0$
ЭЭ <sub>E</sub> , (В/м) <sup>2</sup> ·ч	20000	7000	800	800	
ЭЭ <sub>H</sub> , (А/м) <sup>2</sup> ·ч	200		0,72		
ЭЭ <sub>ЭАТ</sub> , (мкВт/см <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> ·ч					200
Максимал ШРЕД E, В/м	500	300	80	80	
Максимал ШРЕД H, А/м	50		3,0		
ЭАТ максимал ШРЕД, мкВт/см <sup>2</sup>					1000 5000 <*>

ЭМӨ көздерін пайдалануға және қызмет көрсетуге кәсіби байланысты емес персоналды қорғауды қамтамасыз ету халық үшін белгіленген ЭМӨ гигиеналық нормативтерінің талаптарына сәйкес жүзеге асырылады. 30 кГц - 300 ГГц жиіліктер диапазонында ЭМӨ-нің өндірістік емес әсерін регламенттейтін негізгі құжаттар болып табылады.:

1. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 "таратушы радиотехникалық объектілерді орналастыруға және пайдалануға қойылатын гигиеналық талаптар" [4];

2. Мсанежн 001-96 "тұрмыстық жағдайда халық тұтынатын тауарларды қолдану кезінде физикалық факторлардың рұқсат етілген деңгейлерінің санитарлық нормалары" [7];

3. СанПиН 2.1.2.1002-00" тұрғын үйлерге және үй-жайларға қойылатын санитарлық-эпидемиологиялық талаптар " [8].

Жекелеген көздермен генерацияланатын ЭМӨ деңгейлері қосымша регламенттеледі:

– индукциялық пештермен - 20-22 кГц диапазонында (СН 2550-82 сәйкес "20 - 22 кГц жиілігінде жұмыс істейтін индукциялық тұрмыстық пештермен жасалатын электромагниттік өріс кернеулігінің шекті рұқсат етілген нормалары" [9];

– АЖЖ-пештермен-0,3-37,7 ГГц жиілік диапазонында (СН 2666-83 сәйкес "микротолқынды пештермен жасалатын энергия ағыны тығыздығының шекті рұқсат етілген деңгейлері" [10]);

– дербес ЭЕМ - 5 Гц жиілік диапазонында-400 кГц (САНЕЖН2.2.2/2.4.1340-03 "дербес электрондық есептеу машиналарына қойылатын гигиеналық талаптар және жұмысты ұйымдастыру" [6]);

– 27 - 2400 МГц жиілік диапазонында құрлықтағы жылжымалы радиобайланыс құралдарымен (СанЕЖН сәйкес 2.1.8/2.2.4.1190-03 "құрлықтағы жылжымалы радиобайланыс құралдарын орналастыруға және пайдалануға қойылатын гигиеналық талаптар" [3]).

1.6-кестеде жоғарыда аталған нормативтік құжаттарға сәйкес әртүрлі жиілік диапазоны үшін халық жиі пайдаланатын кейбір ЭМС көздерінің әсер ету ШРЕД келтірілген.

1.6 кесте - Радиожиілік диапазонының электромагниттік өрістерінің халыққа әсерінің гигиеналық нормативтері

Дерек көзі	Диапазон	ШРЕД мәні	Құжат	Өлшеу шарттары
Индукционды пештер	20 - 22 кГц	$E_{\text{ШРЕД}} = 500$ В/м $H_{\text{ШРЕД}} = 4$ А/м	СН 2550-82	пеш корпусынан 0,3 м қашықтықта
АЖЖ пештер	2,45 ГГц	$\text{ЭАТ} = 10$ мкВт/см <sup>2</sup>	СН 2666-83	1 л су жүктемесі кезінде кез келген нүктеден $0,50 \pm 0,05$ м қашықтықта
БДТ ДЭЕМ	5 Гц - 2 кГц	$E_{\text{ШРЕД}} = 25$ В/м $B_{\text{ШРЕД}} = 250$ нТл	СанЕЖН 2.2.2/2.4.1340 -03	ДЭЕМ мониториның айналасында 0,5 м қашықтық
	2 кГц - 400 кГц	$E_{\text{ШРЕД}} = 2,5$ В/м $B_{\text{ШРЕД}} = 25$ нТл		
	Беттік электростатикалық потенциал	$V = 500$ В		ДЭЕМ мониториның экранынан 0,1 м қашықтық
Мобильді телефон	0,8 ГГц - 2,4 ГГц	$\text{ЭАТ} = 100$ мкВт/см <sup>2</sup>	СанЕЖН 2.1.8/2.2.4.11 90-03	бұйым бетінен 370 мм қашықтықта, бұл ретте ЭҚ бақыланатын деңгейі 3 мкВт/см <sup>2</sup> аспауы тиіс, бұл талаптардың сақталуын қамтамасыз етеді
Басқа өнімдер	50 Гц	$E = 500$ В/м	МСанЕЖН 001-96	Бұйымның корпусынан 0,5 м қашықтық
	0,3 - 300 кГц	$E = 25$ В/м		
	0,3 - 3 МГц	$E = 15$ В/м		
	3 - 30 МГц	$E = 10$ В/м		

	30 - 300 МГц	$E = 3 \text{ В/м}$		
	0,3 - 30 ГГц	$\text{ЭАТ} = 10$ $\text{мкВт/см}^2$		

АЖЖ диапазонының толқындары (микротолқындар) радиолокацияда, радиоастрономияда, радиоспектроскопияда, геодезияда, дефектоскопияда, физиотерапияда, қысқа толқынды пештерде және ұялы байланыста қолданылады. Радио толқынды диапазонды ЭМӨ өнеркәсібінде материалдарды индукциялық және диэлектрлік қыздыру үшін қолданылады (шындау, балқыту, дәнекерлеу, дәнекерлеу, металдарды тозаңдату, сору процесінде электр вакуум аспаптарының ішкі металл бөліктерін қыздыру, ағашты кептіру, Пластмассаларды қыздыру, пластикаттарды желімдеу және т.б.).

АЖЖ сәулеленудің негізгі көздері антенна жүйелері, энергия беру желілері, генераторлар және жеке АЖЖ блоктары болып табылады. АЖЖ аппараттары микротолқынды терапия үшін де қолданылады.

Кейбір жағдайларда ЭМӨ жанама пайдаланылмайтын фактор ретінде туындайды, мысалы, электр берілісінің әуе желілері, трансформаторлық қосалқы станциялар, электр аспаптары, соның ішінде тұрмыстық мақсаттағы жақын.

ЭМ сәулелену уақыт өзгертін токтармен генерацияланады. ЭМӨ Электр қондырғыларының ток өткізгіш бөліктеріндегі кернеумен байланысты электр өрісінен (ЭӨ) және осы бөліктер бойынша токтың өтуі кезінде пайда болатын магниттік (МӨ) құралады. Электромагниттік толқындар (ЭМТ) үлкен қашықтыққа таралады.

Радиожилік диапазонының ЭМӨ мынадай параметрлермен сипатталады:

- электр өрісінің кернеулігі ( $E, \text{В / м}$ );
- магнит өрісінің кернеулігі ( $H, \text{А/м}$ ) немесе магнит индукциясы ( $B, \text{Тл}$ );
- энергия ағынының тығыздығы (ЭАТ):  $q = E \cdot H$ , ол толқынның таралу бағытына перпендикуляр орналасқан жеке алаң арқылы уақыт бірлігінде энергияның қанша мөлшерін өткізетінін көрсетеді. ЭАТ  $\text{Вт/м}^2$  немесе туынды бірліктерде көрсетіледі:  $\text{мВт/см}^2, \text{мкВт / см}^2$ .

ЭМӨ айнымалы электр және магниттік құрауыштардың жиынтығымен сипатталады. Әр түрлі ЭМТ диапазондары жалпы физикалық табиғатты біріктіреді, бірақ олар оларда жасалған энергия, таралу, жұтылу, шағылысу сипаты бойынша, соның салдарынан ортаға, соның ішінде адамға әсер ету бойынша айтарлықтай ерекшеленеді.

### 1.5 Аса жоғары жиілік диапазоны

Аса жоғары жиіліктер диапазоны, электромагниттік сәулеленудің жиілік диапазоны ( $100 \times 300 \text{ 000}$  млн.герц), ультражоғары телевизиялық жиіліктер мен

алыс инфрақызыл аймақ жиіліктерінің арасында орналасқан. Бұл жиілік диапазоны 30 см-ден 1 мм-ге дейінгі толқын ұзындықтарына сәйкес келеді; сондықтан оны дециметрлік және сантиметрлік толқын диапазоны деп атайды. Ағылшын тілді елдерде ол қысқа толқынды диапазон деп аталады; толқын ұзындығы бірнеше жүз метрге тең кәдімгі радиохабар толқындарының ұзындықтарымен салыстырғанда өте аз. Өйткені, ұзындығы толқын сәуле АЖЖ-диапазонды болып табылады аралық арасындағы жарық сәуле және әдеттегі радиоволнами, ол бар кейбір қасиеттері бар және жарық, және радиотолқындардың Мысалы, ол жарық сияқты тікелей таралады және барлық қатты объектілермен жабылады. Көп жағдайда жарыққа ұқсас, ол фокусталады, сәуле түрінде таралады және көрінеді. Көптеген радиолокациялық антенналар мен басқа да АЖЖ-құрылғылар айналар мен линзалар түріндегі оптикалық элементтердің ұлғайтылған нұсқалары болып табылады.

Сонымен қатар, АЖЖ-сәулеленуі хабар тарату диапазондарының радиосәулеленуімен ұқсас, ол ұқсас әдістермен генерацияланады. АЖЖ сәулеленуге радиотолқындардың классикалық теориясы қолданылады, және оны сол қағидаттарға негізделі отырып, байланыс құралы ретінде пайдалануға болады. Бірақ жоғары жиіліктердің арқасында ол ақпарат берудің кең мүмкіндігін береді, бұл байланыстың тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Мысалы, бір АЖЖ-сәулемен бір уақытта бірнеше жүздеген телефон сөйлесулері мүмкін. АЖЖ-сәулеленудің жарықпен ұқсастығы және ол тасымалдайтын ақпараттың жоғары тығыздығы радиолокациялық және техниканың басқа да салалары үшін өте пайдалы болды.

1.5.1 АЖЖ-сәулеленуді радиолокацияда қолдану. Дециметрлік-сантиметрлік диапазонның толқындары ерте анықтаудың жаңа және тиімді электронды құралында аса қажеттілік пайда болған кезде екінші дүниежүзілік соғыстың басталуына дейін таза ғылыми қызығушылықтың мәні болып қалды. Тек сол кезде ғана АЖЖ-радиолокация қарқынды зерттеулері басталды, дегенмен оның принципті мүмкіндігі 1923 жылы АҚШ ӨТК ғылыми-зерттеу зертханасында көрсетілді. Радиолокацияның мәні-кеңістікке АЖЖ-сәулеленудің қысқа, қарқынды импульстері түсіріледі, содан кейін іздестірілетін қашықтағы объектіден – теңіз кемесінен немесе ұшақтан Оралған осы сәулеленудің бөлігі тіркеледі.

1.5.2 Байланыс. АЖЖ-диапазонының радиотолқындары байланыс техникасында кеңінен қолданылады. Әскери мақсаттағы әртүрлі радио жүйелілерден басқа, әлемнің барлық елдерінде көптеген АЖЖ-байланыстың коммерциялық желілері бар. Мұндай радиотолқындар қисық жер бетінен кейін жүрмейтіндіктен, ал түзу бойынша таратылады, бұл байланыс желілері, әдетте, төбелердің жоғарғы жағында немесе ОК.50 км аралықтары бар радиобашналарда орнатылған ретрансляциялық станциялардан тұрады. Әрбір станцияда қайта тарату алдында сигнал

электрондық күшейткішпен күшейтіледі. Ол үшін электр энергиясының үлкен шығыны қажет емес.

Бірақ мұнаралар, антенналар, қабылдағыштар және таратқыштар жүйесі өте қымбат болып көрінуі мүмкін, сайып келгенде осының барлығы АЖЖ-байланыс арналарының үлкен ақпараттық сыйымдылығының арқасында қатты ақталады. Құрама Штаттардың қалалары бір мұхиттық жағалаудан екінші жағалауға дейін созылатын байланыс жүйесін құрайтын 4000 ретрансляциялық АЖЖ-буындардың ішінен күрделі желімен бір-бірімен қосылған. Бұл желі арналары мындаған телефон сөйлесулерін және көптеген теледидар бағдарламаларын бір уақытта өткізуге қабілетті.

1.5.3 Тамақ өнімдерін термоөңдеу. АЖЖ-сәулелену үй жағдайында және тамақ өнеркәсібінде тамақ өнімдерін термоөңдеу үшін қолданылады. Қуатты электрондық шамдармен генерацияланатын Энергия өнімдерді жоғары тиімді жылу өңдеу үшін шағын көлемде шоғырлануы мүмкін. Мұндай құрылғылар ұшақ борт асханаларында, темір жол вагон-мейрамханаларында және азық-түліктерді тез дайындау және тағамдарды дайындау талап етілетін сауда автоматтарында қолданылады. Өнеркәсіп сондай-ақ тұрмыстық мақсаттағы АЖЖ-пештерді шығарады.

1.5.4 Ғылыми зерттеулер. АЖЖ-сәулелену қатты денелердің электрондық қасиеттерін зерттеуде маңызды рөл атқарды, мұндай дене магнит өрісінде пайда болған кезде, онда бос электрондар магнит өрісінің бағытына перпендикуляр жазықтықта магнит күштік сызықтардың айналасында айнала бастайды. Циклотрондық деп аталатын айналу жиілігі магнит өрісінің кернеулігіне тура пропорционалды және кері электронның тиімді массасына пропорционалды. (Тиімді масса кристалдағы қандай да бір күштің әсерінен электронның үдеуін анықтайды. Ол бос электрон массасынан ерекшеленеді, ол вакуумдағы қандай да бір күштің әсерінен электронның үдеуі анықталады. Айырмашылық қоршаған атомдар мен басқа да электрондарда кристалдағы электрондарға әсер ететін тартылу және итеру күштерінің болуымен байланысты.) Егер магнит өрісіндегі қатты денеге АЖЖ-диапазонының сәулеленуі түссе, онда бұл Сәуле оның жиілігі электронның циклотрондық жиілігіне тең болғанда қатты жұтылады. Бұл құбылыс циклотронды резонанс деп аталады; ол электронның тиімді массасын өлшеуге мүмкіндік береді. Мұндай өлшеулер жартылай өткізгіштердің, металдар мен металлоидтердің электрондық қасиеттері туралы көп құнды ақпарат берді.

АЖЖ-диапазонының сәулеленуі ғарыш кеңістігін зерттеуде де маңызды рөл атқарады. Астрономдар біздің Галактика туралы көп білді, толқын ұзындығы 21 см, жұлдызаралық кеңістікте газ тәріздес сутегімен шығарылатын сәулеленуді зерттеді. Енді жылдамдық өлшеуге және Галактика жеңдерінің қозғалыс бағытын, сондай-ақ ғарышта газ тәрізді сутегінің орналасуы мен тығыздығын анықтауға болады.

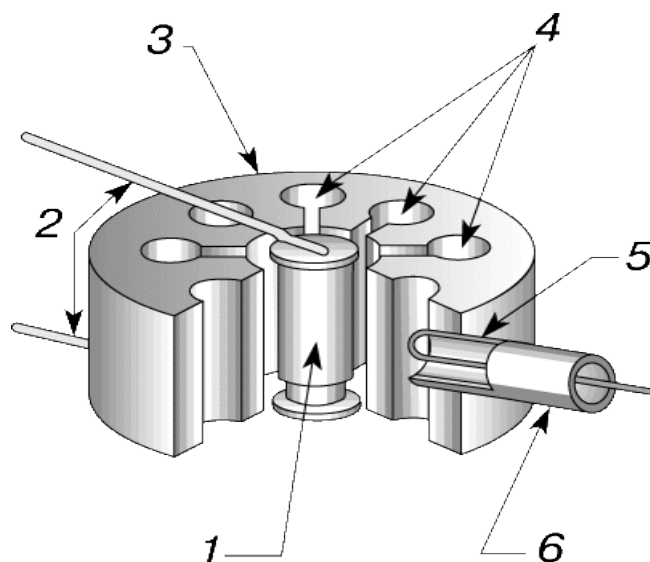
1.5.5 АЖЖ сәулелену көздері. АЖЖ-техника саласындағы жылдам прогресс айтарлықтай шамада АЖЖ – энергияның үлкен мөлшерін генерациялауға қабілетті магнетрон мен клистронды арнайы электр вакуум аспаптарын ойлап табумен байланысты. Төмен жиіліктерде қолданылатын кәдімгі вакуумдық триодтағы Генератор АЖЖ-диапазонында өте тиімсіз болып табылады.

АЖЖ-генератор ретінде триодтың екі басты кемшілігі-Электрон аралығының соңғы уақыты және электраралық сыйымдылық. Бірінші электродтың вакуумдық шамның электродтары арасында ұшып өту үшін электронға біраз (бірақ аз) уақыт қажет. Осы уақыт ішінде АЖЖ-өрісі өз бағытын кері бағытқа өзгертуге үлгереді, сондықтан электронды басқа электродқа дейін кетпей кері бұруға мәжбүр. Нәтижесінде электрондар сыртқы тізбектің тербелмелі контурына өз энергиясын бермей, шамның ішінде ешқандай пайда болмайды.

1.5.5.1 Магнетрон. Екінші дүниежүзілік соғыс алдында Ұлыбританияда ойлап тапқан магнетронда бұл кемшіліктер жоқ, өйткені АЖЖ-сәулеленуді генерациялауға мүлдем өзге тәсіл негізге алынды-көлемді резонатор қағидасы. Бұл өлшемдегі орган құбырында өзіндік акустикалық резонанстық жиіліктер бар сияқты, сондай-ақ көлемді резонаторда өзіндік электромагниттік резонанстар бар. Резонатордың қабырғалары индуктивтілік ретінде, ал олардың арасындағы кеңістік – резонанстық тізбектің сыйымдылығы ретінде әрекет етеді. Осылайша, көлемді резонатор жеке конденсаторы және индуктивтілік катушқасы бар төмен жиілікті генератордың параллель резонанстық контурына ұқсас. Көлемді резонатордың өлшемдері, әрине, сыйымдылық пен индуктивтіліктің осы үйлесіміне қажетті резонанстық аса жоғары жиілік сәйкес келуі үшін таңдалады.

Магнетронда (1.1-сурет) орталықта орналасқан катод айналасында симметриялы орналасқан бірнеше көлемді резонаторлар қарастырылған. Аспапты күшті магнит полюстерінің арасында орналастырады. Бұл ретте катод шығаратын электрондар магнит өрісінің әсерінен айналма траекториямен қозғалуға мәжбүр. Олардың жылдамдығы қатаң белгіленген уақытта резонаторлардың ашық пазаларын периферияға кесіп өтеді. Бұл ретте олар резонаторларда тербелістерді қоздыру арқылы өзінің кинетикалық энергиясын береді. Содан кейін электрондар катодқа қайтарылады және процесс қайталанатын. Мұндай құрылымының арқасында ұшып өту уақыты мен электродтық сыйымдылықтар АЖЖ-энергиясын өндіруге кедергі келтірмейді.

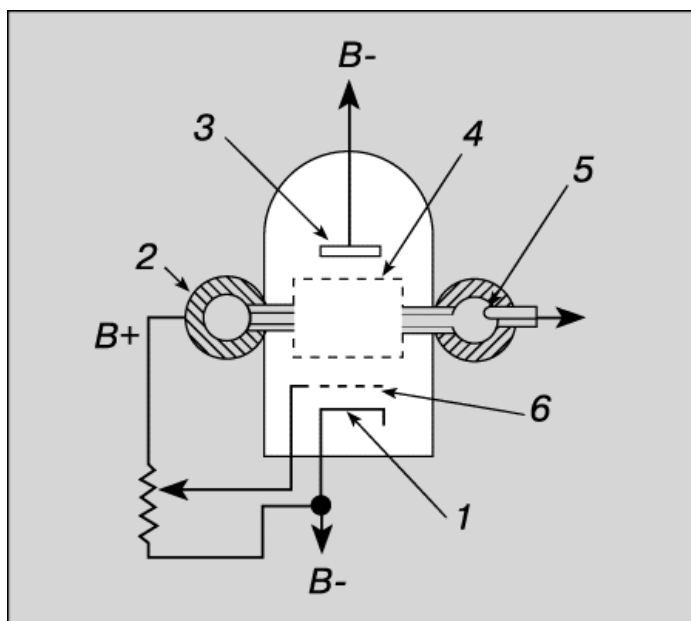




1.1 сурет - Магнетрон

Магнетрондар үлкен мөлшерде жасалуы мүмкін, сонда ғана олар АЖЖ энергияның қуатты импульстерін береді. Бірақ магнетронда кемшіліктер бар. Мысалы, өте жоғары жиіліктерге арналған резонаторлар оларды дайындау қиын болып табылады, ал мұндай магнетронның өзі өзінің шағын өлшемдеріне байланысты жеткілікті қуатты бола алмайды. Сонымен қатар, магнетрон үшін ауыр магнит қажет, және де қажетті магнит массасы аспаптың қуатын арттырумен артады. Сондықтан ұшақ борттық қондырғылар үшін қуатты магнетрондар қолайлы емес.

1.5.5.2 Клистрон. Бұл үшін бірнеше өзге принцип негізінде құрылған электровакуумдық аспап сыртқы магниттік өріс қажет емес. Бұл клистронда (1.2-сурет) электрондар катодтан шағылыстырғыш пластинаға түзу бойымен, содан кейін кері қарай қозғалады. Бұл ретте олар көлемді резонатордың ашық саңылауын Бублик түрінде қиып өтеді. Басқару торы мен резонатор торлары электрондарды жеке "қоюларға" топтайды, сондықтан электрондар резонатор саңылауларын уақыттың белгілі бір сәттерінде ғана қиып өтеді. Қорытпалар арасындағы аралық резонанстық жиілікте электрондардың кинетикалық энергиясы резонаторға беріледі, соның салдарынан онда қуатты электромагниттік тербелістер орнатылады. Бұл процесті бастапқыда қозғалмайтын әткеншектердің ырғақты айқындығымен салыстыруға болады.



1.2 сурет - Клистрон

Алғашқы клистрондар өте аз қуатты аспаптар болды, бірақ кейінірек олар магнетрондардың барлық рекордтарын үлкен қуатты АЖЖ-генераторлар ретінде ұрды. Импульстегі 10 млн.ватт дейін және үздіксіз режимде 100 мың ватт дейін қуат берген клистрондар құрылды. Бөлшектерді зерттеу желілік үдеткішінің клистрондар жүйесі импульстегі 50 млн.ватт АЖЖ-қуатты береді.

Клистрондар 120 млрд. герц дейінгі жиіліктерде жұмыс істей алады; алайда олардың шығу қуаты, әдетте, бір ваттан аспайды. Миллиметрлік диапазонда Үлкен Шығыс қуатына есептелген клистрон конструкциясының нұсқалары әзірленуде.

Клистрондар сондай-ақ АЖЖ сигналдарының күшейткіштері бола алады. Ол үшін кіріс сигналын көлемді резонатор торына беру керек, сонда электрондық ұйғырлардың тығыздығы осы сигналға сәйкес өзгереді.

1.5.5.3 Жүгіртпе толқынның шамы (ЖТШ). АЖЖ-диапазонның электромагниттік толқындарын генерациялауға және күшейтуге арналған тағы бір электрвакуумдық аспап – жүгіруші толқынның шамы. Бұл фокус магнитті катушкаға салынған жұқа сорылған түтікше. Түтіктің ішінде баяулататын сым спираль бар. Спираль осінің бойымен электрондық сәуле өтеді, ал спиральдың өзі арқылы күшейткіш сигнал толқыны қашады. Спиральдың диаметрі, ұзындығы және қадамы, сондай-ақ электрондардың жылдамдығы электрондардың жүгіруші толқынның кинетикалық энергиясының бір бөлігін беретіндей етіп таңдап алынған.

Радиотолқындар жарық жылдамдығымен таралады, ал Сәуледегі электрондардың жылдамдығы әлдеқайда аз. Алайда, АЖЖ-сигналы спираль бойынша баруға мәжбүр болғандықтан, оның түтікшенің осі бойымен жылжу жылдамдығы электрондық сәуле жылдамдығына жақын. Сондықтан жүгіруші толқын электрондармен ұзақ уақыт бойы өзара әрекеттеседі және олардың қуатын сіңіреді.

Егер шамға сыртқы сигнал бермесе, онда кейбір резонанстық жиіліктегі кездейсоқ электр шу күшейе түседі және жүгіруші толқынның ЖТШ күшейткіш емес, АЖЖ-генератор ретінде жұмыс істейді.

ЖТШ шығыс қуаты сол жиілікте магнетрондар мен клистрондарға қарағанда айтарлықтай аз. Алайда, ЖТШ ерекше кең жиіліктік диапазонда баптауға рұқсат береді және өте сезімтал аз шуыл күшейткіштері болуы мүмкін. Мұндай қасиеттер тіркесімі ЖТШ-ны өте құнды құрал АЖЖ-техникасымен жасайды.

1.5.5.4 Жазық вакуумдық триодтар. Клистрондар мен магнетрондар АЖЖ-генераторлар ретінде неғұрлым қолайлы болса да, жетілдірулердің арқасында қандай да бір шамада вакуумдық триодтардың маңызды рөлі қалпына келтірілді, әсіресе 3 млрд.герц жиіліктегі күшейткіштер ретінде.

Ұшу уақытына байланысты қиындықтар электродтар арасындағы өте аз қашықтықтың арқасында жойылды. Электродтар торлы жасалған, ал барлық сыртқы қосылыстар шамнан тыс орналасқан үлкен сақиналарда орындалады. АЖЖ-техникада қабылданғандай, көлемді резонатор қолданылды. Резонатор шамды тығыз қамтиды және сақиналы қосқыштар резонатордың барлық шеңберіне байланысты қамтамасыз етеді.

1.5.5.5 Ганн диодындағы генератор. Мұндай жартылай өткізгіш АЖЖ генераторы 1963 Дж-да ұсынылды. Ганн, ИБМ корпорациясының Уотсондық ғылыми-зерттеу орталығының қызметкері. Қазіргі уақытта мұндай аспаптар 24 млрд.герц аспайтын жиіліктерде шамамен милливатт қуат береді. Бірақ осы шектерде ол аз қуатты клистрондар алдында сөзсіз артықшылықтары бар.

Ганн диоды арсенид галлийдің монокристаллы болғандықтан, электрондар ағынын жасау үшін жылытылатын катод және жоғары вакуум қажет болатын клистронға қарағанда, ол тұрақты және берік. Сонымен қатар, Ганн диоды қоректендірудің салыстырмалы төмен кернеуінде жұмыс істейді, ал клистронды қоректендіру үшін 1000-нан 5000 В-ға дейінгі кернеуімен қатты және қымбат қорек көздері қажет.

1.5.5.6 Схемалық компоненттер. Коаксиалды кабельдер мен толқын өткізгіштер. АЖЖ-диапазонның электромагниттік толқындарын эфир арқылы емес, металл өткізгіштері бойынша беру үшін арнайы әдістер мен ерекше формадағы өткізгіштер қажет. Төмен жиілікті радиосигналдарды беру үшін жарамды Электр берілетін қарапайым сымдар аса жоғары жиіліктерде тиімсіз.

Сымның кез келген бөлігінде сыйымдылық пен индуктивтілік болады. Бұл т. б. таратылған параметрлер АЖЖ-де өте маңызды мәнге ие болады. Жоғары жиіліктерде өткізгіш сыйымдылығының өзіндік индуктивтілігімен үйлесуі толық бұғаттайтын резонанстық контурдың рөлін атқарады. Өйткені сымды желілерде беру мүмкін емес әсерін жою бөлінген параметрлерін жүгінуге тура келеді басқа принциптеріне беру АЖЖ-толқындар. Бұл принциптер коаксиалды кабельдер мен толқынжолдарда жүзеге асырылады.

Коаксиалды кабель ішкі сымнан және оның цилиндрлік сыртқы өткізгішінен тұрады. Олардың арасындағы аралық пластикалық

диэлектрикпен, мысалы тефлонмен немесе полиэтиленмен толтырылған. Бір қарағанда, бұл бірнеше қарапайым сымдар сияқты көрінуі мүмкін, бірақ аса жоғары жиіліктерде олардың функциясы өзге. Кабельдің бір шетінен енгізілген АЖЖ-сигнал шын мәнінде өткізгіштердің металына емес, оқшаулағыш материалмен толтырылған олардың арасындағы аралық қолданылады.

Коаксиалды кабельдер бірнеше миллиард герц жиілігімен АЖЖ-сигналдарын жақсы береді, бірақ жоғары жиіліктерде олардың тиімділігі төмендейді және олар үлкен қуаттарды беру үшін жарамсыз.

Жай арналар беру үшін толқындар АЖЖ-диапазонының бар нысаны толқын жіберуге. Толқын өткізгіш-ішінде АЖЖ-сигнал таратылатын тік бұрышты немесе дөңгелек көлденең қимадағы мұқият өңделген металл құбыр. Қарапайым айтқанда, толқыншы толқынды Толқынға бағыттап, оны қабырғадан шағылыстыруға мәжбүрлейді. Бірақ шын мәнінде толқынды толқындар арқылы тарату толқындардың электр және магнит өрістері тербелісінің еркін кеңістіктегі таралуы бар. Толқынжолда мұндай таралуы оның өлшемдері берілетін сигнал жиілігімен белгілі бір қатынаста болған жағдайда ғана мүмкін болады. Сондықтан толқындар дәл есептеледі, сондай-ақ дәл өңделеді және тек тар жиілік аралығына арналған. Басқа жиіліктер оны нашар береді немесе мүлдем бермейді. Электр және магнит өрістерінің толқын өткізгіш ішіндегі типтік таралуы 1.3 - суретте көрсетілген.



1.3 сурет - Толқын өткізгіш

Толқын жиілігі жоғары болған сайын, оған сәйкес тікбұрышты толқынның көлемі соғұрлым аз болады; соңында бұл өлшемдер аз болады, бұл оның жасалуы шамадан тыс күрделенеді және оларға берілетін шекті қуат төмендейді. Сондықтан да АЖЖ-диапазонның жоғары жиіліктерінде де жеткілікті үлкен өлшемдері болуы мүмкін айналма толқынжолдарды (шеңберлі көлденең қима) әзірлеу басталды. Айналмалы толқынды қолдану кейбір қиындықтармен тежеледі. Мысалы, мұндай толқын тікелей болуы керек, әйтпесе оның тиімділігі төмендейді. Сонымен қатар, сигналдың таралуына еш әсер етпейді, және оларға қажетті қисық сызықты форманы беруге болады. Радиолокациялық және басқа да АЖЖ-қондырғылар әдетте әртүрлі компоненттерді қосатын және жүйенің шегінде бір аспаптан

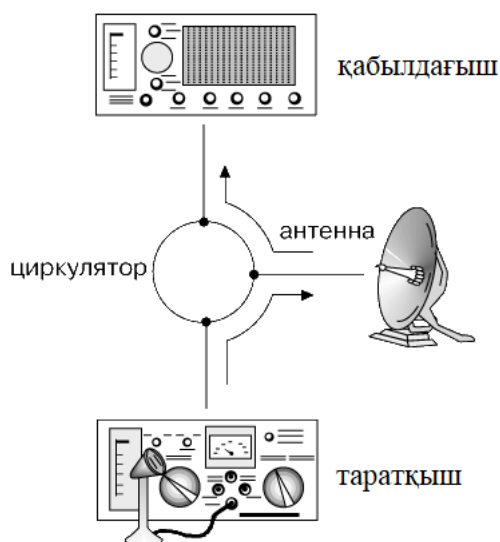
екіншісіне сигнал беретін толқынды тракторлардан алынған үрленген лабиринттер ретінде көрінеді.

1.5.5.7 Қатты денелі компоненттер. Қатты денелі компоненттер, мысалы, жартылай өткізгіш және феррит, АЖЖ-техникасында маңызды рөл атқарады. Мысалы, АЖЖ-сигналдарды анықтау, ауыстырып қосу, түзету, жиілікті түрлендіру және күшейту үшін германий және кремний диодтары қолданылады.

Күшейту үшін арнайы диод – варикаптар (сыйымдылығы басқарылатын) – параметрлік күшейткіш деп аталатын схемада қолданылады. Мұндай кең таралған күшейткіштер өте аз сигналдарды күшейту үшін қызмет етеді, өйткені олар өз шулары мен бұрмалауларын дерлік енгізбейді.

Шу деңгейі төмен қатты күшейткіш-Рубин мазері. Квантовомеханикалық принциптерге негізделген мұндай мазер Рубин кристалындағы атомдардың ішкі энергия деңгейлері арасындағы ауысулар есебінен АЖЖ-сигналын күшейтеді. Рубин (немесе мазердің басқа да қолайлы материалы) сұйық гелге батырылады, сондықтан күшейткіш өте төмен температурада жұмыс істейді (абсолюттік нөлдің температурасынан бірнеше градусқа ғана артық). Сондықтан Сұлбадағы жылу шуының деңгейі өте төмен, сондықтан мазер радиоастрономиялық, аса сезімтал радиолокациялық және басқа да өлшемдерге жарамды, онда өте әлсіз АЖЖ-сигналдарды анықтау және күшейту қажет.

АЖЖ-ауыстырып қосқыштарды, сүзгілер мен циркуляторларды дайындау үшін магний оксиді-темір және темір-иттриді гранаталар сияқты феррит материалдары кеңінен қолданылады. Феррит құрылғылары магнит өрістері арқылы басқарылады, және де қуатты АЖЖ-сигнал ағынын басқару үшін әлсіз магнит өрісі жеткілікті. Феррит ауыстырып қосқыштары механикалық алдында артықшылығы бар, онда тозуға ұшыраған қозғалатын бөлшектер жоқ, ал ауыстырып қосу өте тез жүзеге асырылады. 1.4-суретте типтік феррит құрылғысы – циркулятор көрсетілген. Айналмалы көлік айрығы сияқты әрекет ете отырып, циркулятор түрлі компоненттерді қосатын белгілі бір трактілер бойынша ғана сигналдың жүруін қамтамасыз етеді. Циркуляторлар және басқа да ферритті ауыстырып қосқыш құрылғылар СВЧ-жүйесінің бірнеше компоненттерін бір антеннаға қосқан кезде қолданылады. 1.4-суретте – циркулятор берілетін сигналды қабылдағышқа жібермейді, ал қабылданатын сигналды таратқышқа жібермейді.



1.4 сурет - Циркулятор

10 млрд.герц-ке дейінгі жиіліктерде жұмыс істейтін салыстырмалы жаңа жартылай өткізгішті аспап. Ол генераторларда, күшейткіштерде, жиілік түрлендіргіштерде және ауыстырып қосқыштарда қолданылады. Оның жұмыс күші аз, бірақ бұл жоғары жиіліктерде тиімді жұмыс істеуге қабілетті алғашқы жартылай өткізгіш құрал.

1.5.5.8 Антенналар. АЖЖ-антенналар ерекше формалардың алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Мөлшері антенна шамамен пропорционалды ұзындығы толқын сигнал, ал сондықтан, АЖЖ-диапазонының өте қолайлы құрылымдар, олар тым громоздки төменгі жиіліктерде.

Көптеген антенналардың конструкцияларында АЖЖ-сәулеленудің қасиеттері ескеріледі, олар оны жарықпен жақындатады. Секторының тән мысалы рупорлық антенналар, параболалық шағылыстырғыштар, металл және диэлектрлік линзалар бола алады. Сондай-ақ, баспа схемалары түрінде жиі жасалатын бұрандалы және спиральды антенналар да қолданылады.

Жарықтық толқындар топтарын сәулеленетін энергия үшін қажетті бағыт диаграммасы болатындай орналастыруға болады. Төбеде орнатылған жақсы танымал теледидар антенналарының диполдары да жиі қолданылады. Мұндай антенналарда толқын ұзындығына тең аралықтармен орналасқан және интерференция есебінен бағыттылықты арттыратын бірдей элементтер жиі кездеседі.

АЖЖ-антенна әдетте, жобалайды, сондықтан олар барынша бағытталған, өйткені көптеген АЖЖ- жүйелерінде өте маңызды энергия жүйесін жойып, уақтылы және нақты берілген бағытта. Антеннаның бағыттылығы оның диаметрінің ұлғаюымен өседі. Бірақ антеннаны барынша жоғары жұмыс жиіліктеріне ауысса, оның бағытын сақтай отырып азайтуға болады.

Параболалық немесе сфералық металл шағылыстырғышы бар көптеген "айна" антенналары, мысалы, планета аралық ғарыш аппараттарынан немесе

алыс галактиктерден келетін өте әлсіз сигналдарды қабылдау үшін арнайы жобаланған. Аресибода (Пуэрто-Рико) диаметрі 300 м тең сфералық сегмент түріндегі металл шағылыстырғышы бар ірі радиотелескоптардың бірі жұмыс істейді. Ең үлкен (76 м) толық жылжымалы антенна Джодрелл-Бенкте (Ұлыбритания) орналасқан.

Бағыттылығы электрондық басқарылатын антенналар аймағында жаңа антенна; мұндай антеннаны механикалық бұрудың қажеті жоқ. Ол бірнеше элементтерден – вибраторлардан тұрады, олар электрондық құралдармен өзара әр түрлі біріктіруге және кез келген қажетті бағытта "антенна торының" сезімталдығын қамтамасыз етуге болады.

## 1.6 ЭМӨ-нің адам ағзасына әсері

Егер дененің термореттеу механизмі артық жылуды таратуға қабілетсіз болса (жылу шегі  $q = 10 \text{ мВт/см}^2$ ), онда дененің температурасының жоғарылауы мүмкін.

ЭМӨ жылулық әсерден басқа, матаның макромолекулаларының поляризациясын және олардың электр күші сызықтарына параллельді бағдарлануын тудырады, бұл олардың қасиеттерінің өзгеруіне әкелуі мүмкін: жүрек-қантамыр жүйесі мен зат алмасу функцияларының бұзылуына.

Өрістердің теріс әсерінің субъективті критерийлері-бас ауруы, шаршау, тітіркену, көрудің нашарлауы, жадының төмендеуі •

Кейде жылу шегінен жоғары қарқындылықпен сәулеленген кезде мутагендік әсер және уақытша стерилизация байқалады.

ЭМӨ-нің адам ағзасына әсер ету дәрежесі сәулелену жиілігінің ауқымына, әсер ету қарқындылығына, ұзақтығына, сәулеленудің сипаты мен режиміне, сәулеленетін беттің мөлшеріне және ағзаның ерекшеліктеріне байланысты.

КСРО-да электромагниттік өрістерді кең зерттеу 60-шы жылдары басталды. Магнитті және Электромагнитті өрістердің қолайсыз әсері туралы үлкен клиникалық материал жинақталып, "Радиотолқындық ауру" немесе "микротолқындармен созылмалы зақымдану" жаңа ауруын енгізу ұсынылды. Бұдан әрі, ғалымдардың жұмыстары, біріншіден, адамның жүйке жүйесі, әсіресе жоғары жүйке қызметі ЭМӨ сезімтал, екіншіден, ЭМӨ т. б. бар екені анықталды. Бұл жұмыстардың нәтижелері нормативтік құжаттарды әзірлеу кезінде пайдаланылды. Нәтижесінде нормативтер өте қатаң белгіленген және бірнеше мың есе американдық және еуропалық елдерден ерекшеленді (мысалы, Ресейде кәсіпқойлар үшін  $0,01 \text{ мВт/см}^2$ ; АҚШ - та  $10 \text{ мВт/см}^2$ ).

1.6.1 Электромагниттік өрістердің биологиялық әсері. Отандық және шетелдік зерттеушілердің тәжірибелік деректері барлық жиілік диапазонында ЭМӨ жоғары биологиялық белсенділігін көрсетеді. Сәулелендіру ЭМӨ салыстырмалы жоғары деңгейде қазіргі заманғы теория әсер етудің жылу механизмін мойындайды. ЭМӨ салыстырмалы төмен деңгейінде (мысалы, 300 МГц жоғары радиожііліктер үшін бұл  $1 \text{ мВт/см}^2$ -ден

кем) ағзаға әсер етудің жылымсыз немесе ақпараттық сипаты туралы айту қабылданған. Бұл жағдайда ЭМӨ әсер ету механизмдері әлі аз зерттелген. ЭМӨ биологиялық әсер ету саласындағы көптеген зерттеулер адам ағзасының аса сезімтал жүйелерін анықтауға мүмкіндік береді: жүйке, иммундық, эндокриндік және жыныстық. Бұл ағзаның жүйелері сыни болып табылады. Бұл жүйелердің реакциялары ЭМӨ-нің халыққа әсер ету қаупін бағалау кезінде міндетті түрде ескерілуі тиіс.

Ұзақ жылдық әсер ету жағдайында ЭМӨ-нің биологиялық әсері жинақталады, нәтижесінде орталық жүйке жүйесінің дегенеративті процестерін, қан обырын (лейкоз), ми ісіктерін, гормональды ауруларды қоса алғанда, шалғайдағы салдарлардың дамуы мүмкін. ЭМӨ балалар, жүкті (эмбрион), орталық жүйке, гормональды, жүрек-қантамыр жүйесі аурулары бар адамдар, аллергиялықтер, иммунитеті әлсіз адамдар үшін аса қауіпті болуы мүмкін.

1.7 кесте – Әр түрлі қарқындылықтағы электромагниттік өрістердің (жиілігі 0 - 30 кГц) әсерінен адам ағзасындағы белгілі өзгерістер

Ток тығыздығы, мкА/см <sup>2</sup>	Бақыланатын өзгерістер	Мәліметтер көзі
0,1	Жасушалық деңгейде жүйке жүйесінің реакцияларының болмауы	Бриджес Д., 1981 Lee J. 1989
1,0-10	Электро- және магнитофосфен пайда болуы. Мембраналық потенциал өнімдері.	Бриджес Д., 1981 Lee J. 1989
10-50	Сенсорлы рецепторлар мен жүйке және бұлшықет жасушаларын ынталандыру шегі.	Бриджес Д., 1981 Smith C., 1984
>100	Жүректің қарыншалық фибрилляциясының ықтималдығы. Жүректің, тыныс алу тетанусының тоқтауының ықтималдылығы	Бриджес Д., 1981 Smith C., 1984

1.8 кесте - Әр түрлі қарқындылықтағы электромагниттік өрістердің (жиілігі 50 Гц жақын) әсерінен адам ағзасындағы белгілі өзгерістер

Өріс параметрі	Экспозиция уақыты	Бақыланатын әсер	Мәліметтер көзі
1.15 и 20 кВ/ м	2 сағатқа дейін	Физиологиялық нормадан асқан жағдайдағы реакция уақытының өзгеруі	Michael son S-M. 1976 Савин Б., Рубцова И.. 1978
0,2 мТ	3 сағат	Реакция уақыты мен электроцефалограммаға әсердің болмауы	Савин Б., Рубцова Н., 1978



10 мкТл-ға дейін	10 сағатқа дейін үзілістер мен	Артертальді қысымның және жүрек соғу жиілігінің қысқаруы	Санин Б., Рубцова JrL 1978 Комарова А., 1983
4-7 мкТл	1-ден 7 жылға дейін	Балалардағы лейкоз ауруының дамуы, Ісік ауруларының кез-келген жерде, әртүрлі болуы	Tometius L.f I9S2, I9S6 Verkasaloet ah, 1993 Olsen ct al.t 190.1, 1995 SzmLgielski et ah, 19S2

**Жүйке жүйесіне әсері.** Ресейде жасалған зерттеулердің көп саны және монографиялық қорытулар жүйке жүйесін адам ағзасындағы аса сезімтал жүйелердің біріне ЭМӨ әсеріне жатқызуға негіз болады. Нерв клеткасының, нерв импульстерінің (синапсе) берілуі бойынша құрылымдық түзілімдер деңгейінде оқшауланған нерв құрылымдары деңгейінде аз қарқынды ЭМӨ әсері кезінде елеулі ауытқулар пайда болады. Жоғары жүйке қызметі, ЭМӨ-мен байланысы бар адамдардың жады өзгереді. Бұл адамдар стрессорлық реакциялардың дамуына бейім болуы мүмкін. Мидың белгілі бір құрылымдары ЭМӨ жоғары сезімталдыққа ие. ЭМП-ға ерекше жоғары сезімталдық эмбрионның жүйке жүйесі көрінеді.

**Иммундық жүйеге әсері.** Қазіргі уақытта ЭМӨ-нің ағзаның иммунологиялық реактивтілігіне теріс әсерін көрсететін деректер жеткілікті жинақталған. Ресей ғалымдарының зерттеулерінің нәтижелері ЭМӨ әсері кезінде иммуногенез процестері жиі олардың тежелу жағына қарай бұзылатынын есептеуге негіз береді. Сондай-ақ ЭМӨ Сәулеленген жануарларда инфекциялық процестің сипаты өзгереді-инфекциялық процестің ағымы ауырлайды.

**Эндокриндік жүйеге және нейрогуморлық реакцияға әсері.** Ресей ғалымдарының жұмыстарында 60-шы жылдары ЭМӨ әсері кезінде функционалдық бұзылулар механизмін түсіндіруде жетекші орын гипофиз-бүйрек үсті жүйесіндегі өзгерістерге берілді. Зерттеулер ЭМӨ әрекеті кезінде әдетте гипофизарлы-адреналинді жүйенің стимуляциясы болғанын көрсетті, бұл қандағы адреналин құрамының ұлғаюымен, қан ұю процестерінің белсенділеуімен қатар жүрді. Сыртқы ортаның әртүрлі факторларының әсеріне ағзаның жауап реакциясына ерте және заңды түрде тартатын жүйелердің бірі бүйрек үсті безінің гипоталамус-гипофиз-қабығы болып табылады деп танылды. Зерттеу нәтижелері осы жағдайды растады.

**Жыныстық функцияға әсері.** Жыныстық функцияның бұзылуы әдетте жүйке және нейроэндокринді жүйелер тарапынан оның реттелуінің өзгеруіне байланысты. Осыған ЭМӨ әсері кезінде гипофиздің гонадотропты белсенділігінің жағдайын зерттеу жұмыстарының нәтижелері байланысты. ЭМӨ бірнеше рет сәулеленуі гипофиз белсенділігінің төмендеуіне әкеледі.

Ұрықтардан гөрі аналық ЭМӨ әсеріне жоғары сезімталдық байқалады. Эмбрионның ЭМӨ сезімталдығы ана ағзасының сезімталдығына қарағанда

едәуір жоғары, ал ЭМӨ ұрығының құрсақтағы зақымдануы оның дамуының кез келген кезеңінде болуы мүмкін. Жүргізілген эпидемиологиялық зерттеулердің нәтижелері әйелдердің электромагнитті сәулеленуі бар қарым-қатынасының болуы мерзімінен бұрын босануға алып келуі, ұрықтың дамуына әсер етуі және, сайып келгенде, туа біткен Ұрықтың даму қаупін арттыруы мүмкін деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Ең осал кезеңдер әдетте имплантация және ерте органогенез кезеңдеріне сәйкес келетін ұрықтың ерте даму кезеңдері болып табылады.

### **1.7 ЭМӨ әсерінен қалай қорғану керек?**

ЭМӨ-ден қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шаралары ЭМӨ-ден қорғау жөніндегі ұйымдастыру іс-шараларына мыналар жатады: шекті жол берілетін сәулеленудің деңгейін қамтамасыз ететін сәуле шығару жабдығының жұмыс режимін таңдау, ЭМӨ-нің әрекет ету аймағында болу орны мен уақытын шектеу (қашықтық пен уақытты қорғау), ЭМӨ жоғары деңгейі бар аймақтарды белгілеу және қоршау.

Уақыт қорғанысы осы нүктедегі сәулелену қарқындылығын шекті рұқсат етілген деңгейге дейін төмендету мүмкіндігі болмаған кезде қолданылады. Жұмыс істеп тұрған ДБП-да энергия ағыны тығыздығының қарқындылығы мен сәулелену уақытының арасындағы тәуелділік қарастырылған.

Қашықтықты қорғау қашықтық квадратына кері пропорционалды сәуле шығару қарқындылығының құлауына негізделеді және егер ЭМӨ басқа шаралармен әлсірету мүмкін болмаса, оның ішінде уақыт қорғанысымен де қолданылады. Электромагниттік энергияны шығаратын әрбір қондырғы үшін ЭМП қарқындылығы ДБП-дан асатын санитарлық-қорғау аймақтары анықталуы тиіс. Аймақтардың шекаралары сәуле шығару қондырғысының ең жоғары сәулелену қуатына жұмыс істеу кезінде әрбір нақты орналастыру жағдайы үшін есептеу арқылы анықталады және аспаптардың көмегімен бақыланады. 12.1.026-80 ГОСТ сәйкес сәуле шығару аймақтары қоршалады немесе " кіруге болмайды, қауіпті! ».

Халықты ЭМӨ қорғау бойынша инженерлік-техникалық іс-шаралар. Инженерлік-техникалық қорғау іс-шаралары тікелей адам болатын жерлерде немесе өріс көзінің эмиссиялық параметрлерін шектеу жөніндегі іс-шараларда электромагниттік өрістерді экрандау құбылысын пайдалануда құрылады. Соңғысы әдетте ЭМӨ көзі болып табылатын бұйымды әзірлеу сатысында қолданылады. Радиосәулелендіру терезелер мен есік ойықтары арқылы адамдар орналасқан үй-жайларға кіре алады. Қарау терезелерін, үй-жайлардың терезелерін экрандау, төбелік фонарьларды, қалқаларды әйнектеу үшін экрандалатын қасиеттерге ие металданған шыны қолданылады. Шынының мұндай қасиеті жұқа мөлдір пленка немесе металл тотықтары, көбінесе қалайы немесе металл - мыс, никель, күміс және олардың үйлесімі береді. Перде жеткілікті оптикалық мөлдір және химиялық төзімділікке ие. Шыны бетінің бір жағына жағылған кезде ол 0,8 – 150 см диапазонында 30 дБ

(1000 есе) сәулелену қарқындылығын әлсіретеді. Әйнектің екі бетіне пленканы жағу кезінде әлсіреу 40 дБ (10000 есе) жетеді.

Құрылыс конструкцияларындағы электромагниттік сәулеленудің әсерінен халықты қорғау үшін қорғаныс экрандары ретінде металл тор, металл парақ немесе кез келген басқа да өткізгіш жабын, соның ішінде арнайы әзірленген құрылыс материалдары қолданылуы мүмкін. Кейбір жағдайларда қаптау немесе сылақ қабатына орналастырылған Жерге тұйықталған металл торды пайдалану жеткілікті. Экрандар ретінде, сондай-ақ, металл жабыны бар түрлі пленкалар мен маталар қолданылуы мүмкін. Соңғы жылдары радио экрандау материалдары ретінде синтетикалық талшықтар негізінде металданған маталар алынды. Оларды әртүрлі құрылымы мен тығыздықтағы маталарды химиялық металдандыру әдісімен (ерітінділерден) алады. Алудың қолданыстағы әдістері жүздік үлесінен мкм бірліктеріне дейінгі диапазонда жағылатын металдың мөлшерін реттеуге және ондықтан Ом үлесіне дейінгі маталардың үстіңгі үлестік кедергісін өзгертуге мүмкіндік береді. Экрандаушы Тоқыма материалдарының қалыңдығы аз, жеңіл, иілгіштігі бар; олар басқа материалдармен (маталармен, терімен, пленкалармен) қайталануы мүмкін, шайыр мен латекстермен жақсы араласады.

Адамды ЭМС қолайсыз әсерінен қорғау үшін техникалық және ұйымдастырушылық қорғау шаралары, жеке қорғану құралдары пайдаланылады, сондай-ақ емдеу-алдын алу іс-шаралары жүргізіледі.

ЭМӨ әрекетінен қорғаудың техникалық шаралары, негізінен, қорғаныш экрандалуын және ЭМТ сәулеленетін құрылғыларды қашықтықтан басқаруды қолдануға негізделеді.

Конструкциялық экрандаушы құрылғылар металл арқандар, шыбықтар, торлар немесе резеңкеден жасалған пластиналар түрінде ресімделеді. Экрандаушы құрылғылардың коррозияға қарсы жабыны болуы және жерге тұйықталуы тиіс.

Қорғаныс экрандары:

1) шағылыстырғыш сәулелену (жақсы электрлік өткізгіштігі бар материалдардан: болат, мыс, алюминий, жез):

- қалыңдығы 0,5 мм кем емес тұтас металл экрандар;
- 4×4 мм аспайтын ұяшықтары бар металл тордан жасалған экрандар;
- металл матадан жасалған экрандар;

2) жұтатын сәуле (радио жұтатын материалдардан жасалған экрандар, мысалы: резеңкенің престелген парақтары, графиттен немесе карбонильді темірден жасалған толтырғыштар (керамика, пластмасса және т.б.), сондай-ақ құрамында ферромагнитті ұнтақтар, полимерлі композициялық материалдар бар материалдар).

Экран құрылымын таңдау технологиялық процестің сипатына, қуат көзі мен толқын ауқымына байланысты.

Шағылыстырғыш экрандар ЭМӨ оның қалыңдығындағы қарама-қарсы бағыттағы өрісті құру салдарынан әлсірейді. Егер металл экраннан көрінетін

ЭМВ ағыны қондырғының жұмыс режимін бұзуы мүмкін болса, экранды жұтатын материалмен жабады немесе жұтатын экранды пайдаланады.

Экрандау коэффициенті кеңістіктің экрандалатын аймағындағы өрістің азаю дәрежесін анықтайды. Экранның экран әсері күшті болған сайын, экрандау коэффициенті аз болады. Теориялық тұрғыдан толық экрандауды алуға болмайды, сондықтан экрандау коэффициенті теңсіздікті қанағаттандырады:  $0 < K < 1$ .

Қорғау құралдары бұйымның тағайындалуымен айқындалатын уақыт ішінде қауіпсіз сәуле шығару деңгейін төмендетуді қамтамасыз етуі тиіс.

ЭМӨ көзі болып табылатын жабдықты немесе ЭМӨ көздерімен жарактандырылған объектілерді жобалау және пайдалану кезінде қорғаудың ұйымдастыру шаралары мыналарды қамтиды::

- қашықтықты қорғау-жобалау кезінде жұмыс орындарының жабдықтарын ұтымды орналастыру; Қызмет көрсетуші персоналдың ДБП сақталуын қамтамасыз ететін ЭМӨ көздерінен қауіпсіз арақашықтықта орнын ауыстыру бағыттарын таңдау; пайдалану шарттары бойынша персоналдың қысқа мерзімді болуы талап етілмейтін ДБП-дан асатын ЭМӨ деңгейлері бар аймақтарды бөлу;

- уақытты қорғау-сәулелену аймағында персоналдың болу уақытын шектеу, жабдық пен қызмет көрсетуші персоналдың тиімді жұмыс режимін таңдау;

- электромагниттік сәулелену туралы ақпарат үшін тыйым салатын, ескертетін және ескертетін қауіпсіздік белгілерін пайдалану;

- жарық және дыбыс сигнализациясын пайдалану;

- ЭМӨ көзі болып табылатын жабдықтарды жөндеуді (мүмкіндігінше)

ЭМӨ ықпал ету аймағынан басқа көздерден тыс жүргізу керек;

- ЭМӨ көздерін қауіпсіз пайдалану ережелерін сақтау.

Жеке қорғану құралдарына (ЖҚҚ) мыналар жатады: металдандырылған матадан жасалған арнайы киім: қорғаныш халаттар, алжапқыштар, капюшоны бар жапқыштар, қолғаптар, қалқандар, сондай-ақ қорғаныш көзілдіріктер (қарқындылығы 1 мВт/см<sup>2</sup> жоғары болған кезде), шынылары жартылай өткізгіш қалайы тотығының қабатымен жабылған немесе мыс немесе жез торларынан жасалған жартылай бор түріндегі торлы көзілдіріктер.

Емдеу-алдын алу іс-шаралары алдын ала (жұмысқа қабылдану кезінде) медициналық тексеруден және мезгіл-мезгіл профилактикалық медициналық тексеруден. 18 жасқа толмаған адамдар мен жүкті әйелдер ЭМӨ әсері жағдайында жұмыс орындарындағы ЭМӨ қарқындылығы халық үшін белгіленген ДП-дан аспайтын жағдайларда ғана жұмысқа жіберіледі.

Әрбір нақты жағдайда қорғау тәсілі жиіліктердің жұмыс диапазонын, Орындалатын жұмыстардың сипатын, қорғаудың қажетті тиімділігін ескере отырып анықталуы тиіс.

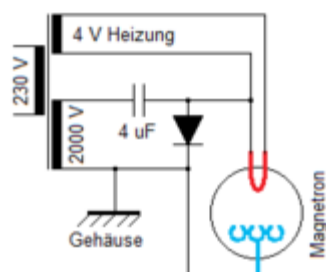
## **1.8 Микротолқынды пеш**

Микротолқынды пеш (сондай-ақ АЖЖ-пеш; устар. қысқа толқынды пеш) — дециметрлік диапазонның (әдетте 2450 МГц жиілігімен) электромагниттік сәулеленуінің арқасында құрамында су бар заттарды жылытуға мүмкіндік беретін және тағамды тез дайындауға, жылытуға немесе ерітуге арналған электр құралы.

Өнеркәсіпте бұл пештер пластмассаларды кептіру, еріту, желімді қыздыру, керамиканы күйдіру және т. б. үшін қолданылады.

Классикалық пештерге қарағанда (мысалы, пештер немесе орыс пештері), АЖЖ-пеште тамақты қыздыру тек қыздырылатын дененің бетінен ғана емес, полярлық молекулалар (мысалы, су) бар оның көлемі бойынша да болады, өйткені осы жиіліктің радиоволдары үстіңгі жағынан шамамен 1,5 — 2,5 см болатын тамақ өнімдерімен жұтылады және сіңіріледі. Бұл тағамды қыздыру уақытын қысқартады. АЖЖ-пештерде орташа қыздыру жылдамдығы секундына 0,3-0,5 °С құрайды.

### 1.8.1 Құрылымы



1.5 сурет - Магнетронды микротолқынды пешке қосу схемасы

Микротолқынды пештің негізгі компоненттері:

- қысқа толқын көзі
- магнетрон
- магнетронның жоғары вольтты қуат көзі
- басқару тізбегі
- магнетроннан камераға микротолқынды беруге арналған толқын
- микротолқынды сәулелену концентрацияланатын және ас қайда орналастырылатын металл камера, металдандырылған есігі бар
- көмекші элементтер
- камерадағы айналмалы үстел
- қауіпсіздікті қамтамасыз ететін схемалар (құлыптау)
- тамақ дайындау кезінде пайда болатын газдарды жою үшін желдеткіш, магнетронды салқындату және үрлеу камерасы.

Сонымен магнетронды микротолқынды пешке қосу схемасымен танысып өттік. Қазіргі таңда заман талабына сай елімізде 70% жанұяда микротолқынды пешті пайдаланып келеді.

1.8.2 Жұмыс істеу қағидасы. Пеште полярлық молекулалары бар заттардың диэлектрлік қызуы болады. Электромагниттік толқындардың

электрлік компоненті дипольдық сәтке ие молекулалардың қозғалысын жылдамдатады, ал молекулааралық үйкеліс электромагниттік сәулеленудің жұтылуына және заттың температурасының артуына әкеледі.

Көптеген тұрмыстық АЖЖ-пештер 2450 МГц жиілікте жұмыс істейді, ал кейбір индустриалды модельдер АҚШ — та-915 МГц жиілікте. Жиілік практикалық және конструктивтік пайымдаулар бойынша таңдалған:

– Жиілік судың жұтылу спектрінің ішінде жатуы тиіс (ол кең және температурамен өзгереді, практикалық тұрғыдан қызықты ауқымда жұтылу жиілігі артады);

– Екінші жағынан, радиотолқындардың қыздырылатын объектіге ену тереңдігі бірнеше сантиметр ауданда жатуы тиіс.

– Сәуле шығару көзі — магнетрон — қуаты 500 Вт-тан жоғары тиімді, қолжетімді, көлемі шағын болуы тиіс;

– Жиілік рұқсат етілген бөлінген жиілік радиодиапазонында болуы тиіс.

Бұл жағдайда ISM диапазоны 1947 жылы қысқа толқынды пештің өнертабысынан кейін бөлінді.

1.8.3 Пештің қуаттылығы. Тұрмыстық АЖЖ-пештерінің қуаты 500-ден 2500 Вт дейін және одан жоғары диапазонда өзгереді. Барлық тұрмыстық пештер пайдаланушыға жылыту үшін қолданылатын қуатты реттеуге мүмкіндік береді. Ол үшін пештердің қымбат емес үлгілерінде белгіленген қуат мәніне сәйкес жылытқыш (магнетрон) берілетін энергияның орташа мөлшерін өзгерте отырып, мезгіл-мезгіл қосылады және өшіріледі (мұндай әдіс басқа да көптеген қыздыру аспаптарында, мысалы, үтіктерде, жылытқыштарда да кеңінен қолданылады).

1.8.4 Тарихы. Американдық инженер Перси Спенсер бірінші рет жоғары жиілікті сәуле шығару қабілетін байқап, микротолқынды пешті патенттеді. Өнертабыс кезінде Спенсер Raytheon компаниясында жұмыс істеді. Аңыз бойынша, ол кезекті магнетронмен эксперимент жүргізген кезде, Спенсер оның қалтасындағы шоколадтың бір бөлігін балқытқанын байқады. Басқа болжам бойынша, ол қосылған магнетронға орнатылған бутерброд қызғанын байқады.

Микротолқынды пешке Патент 1946 жылы берілген. "Radarange" әлемдегі бірінші АЖЖ-пеш 1947 жылы Raytheon фирмасымен шығарылды және тамақ дайындауға емес, азық-түліктерді тез ерітуге арналған және тек әскери госпитальдардың сарбаздық асханалары мен асханаларында пайдаланылған. Оның биіктігі шамамен адам бойына тең, салмағы 340 кг, қуаты — 3 кВт, бұл қазіргі заманғы тұрмыстық АЖЖ-пешінің қуатынан екі есе көп. 1949 жылы олардың сериялық өндірісі басталды. Бұл пеш шамамен \$ 3000.

Tarran Company американдық компаниясының 1955 жылдың 25 қазанында алғаш рет тұрмыстық микротолқынды пешті ұсынды.

Алғашқы сериялық тұрмыстық микротолқынды пеш 1962 жылы sharp жапон фирмасымен шығарылды. Бастапқыда жаңа бұйымға сұраныс төмен болды.

КСРО-да 80-ші микротолқынды пештер зауыттарда шығарылды:

– ЗИЛ (модель "ЗИЛ") және Оңтүстік машина жасау зауыты (модель "Мрия МВ»)

– Тамбов зауыты "Электроприбор" ("Электроника" моделі»);

– Днепр машина жасау зауыты. Ленина (ДМЗ) "Днепрянка-1" (1990 ж., 32 литр, магнетрон М-105-1, тұтыну қуаты 1300 ватт, АЖЖ-сәуле шығару қуаты 600 ватт, салмағы 41 кг, бағасы 350 сом) және "Днепрянка-2".

Қазіргі таңда Жапония мемлекеті өз халқының денсаулығын ойлап болашағына балта шаппай микротолқынды пештердің көзін жоюға қаншама қаражат бөліп олардан бас тартып отыр.

1.8.5 Электромагниттік қауіпсіздік. Микротолқындардың адамға әсері күйіктер мен катарактарда пайда болатын жылу әсерлеріне (жергілікті қызып кету) әкеледі. Кеңес ғалымдары сондай-ақ психоневрологиялық әсерлерді (шаршау, бас ауруы) атап өтті.

Адам 20-50 мВт/см<sup>2</sup> қуат тығыздығы кезінде микротолқынды сәулеленуді сезінуі мүмкін. 100 мВт / см<sup>2</sup> жоғары деңгейде ұзақ сәулелену катарактың пайда болуына және уақытша бедеулікке әкелуі мүмкін. ANSI қауіпсіздік стандарты 10 мВт / см<sup>2</sup> деңгейін есептейді, қысқа толқынды пештерге арналған шекті деңгей 1 мВт/см<sup>2</sup> пештен бес сантиметрде орнатылған. Еуропалық стандарт пештен 50 см қашықтықта 10 мкВт/см<sup>2</sup> (0,01 мВт/см<sup>2</sup>) қауіпсіз деңгей деп санайды.

Қысқа толқынды пештер оларды дайындау кезінде пештен тыс сәуле шығаруды реттейтін, сондай-ақ есік ашық кезде пештің жұмысын болдырмайтын қатаң стандарттарға сәйкес келеді. Пайдалану барысында есік материалдары тігіледі, сондықтан әдетте ескі пештерге арналған үлкен сәулелену шегі бар (ANSI стандартында 5 мВт/см<sup>2</sup>). 1970 жылы АҚШ-та пайдаланылған пештерді зерттеу олардың едәуір бөлігі (20-30%) шектен айтарлықтай жоғары екенін көрсетті, және де нәтижелер қызмет көрсету сапасына қатты тәуелді.

1.8.6 Пайдалану кезіндегі сақтық шаралары. Микротолқынды сәулелену металл заттардың ішіне кіре алмайды, сондықтан металл ыдыста тамақ дайындау мүмкін емес.

Микротолқынды пешке металл тозаңдандырғышы бар ("алтын әшекей") ыдысты орналастыру қажет емес — тіпті металдың осы жұқа қабаты құйынды токтармен қатты қызады, бұл металл тозаңдану аймағында ыдысты бұзуы мүмкін.

Микротолқынды пеште сұйықтықты герметикалық жабық ыдыстарда және тұтас құс жұмыртқаларын қыздыруға болмайды — судың қатты булануына байланысты ішінде жоғары қысым жасалады, сондықтан олар

жарылуы мүмкін. Осы пайымдаулардан полиэтилен пленкамен қапталған сосиска бұйымдарын қатты қыздыруға болмайды (немесе қыздырар алдында әрбір ыдысты шанышқы арқылы сүрту керек).

Бос микротолқынды қосуға тыйым салынады. Кем дегенде оған стакан су қою керек.

Микротолқынды суды қыздыра отырып, сондай — ақ сақтық шараларын сақтау керек. Су қыздыруға, яғни қайнау температурасынан жоғары қыздыруға қабілетті. Қызған сұйықтық абайсыз қозғалыстан тез арада көтере алады. Бұл тек тазартылған суға ғана емес, сондай-ақ аз өлшенген бөлшектер бар кез келген суға да қатысты. Сумен ыдыстың ішкі беті неғұрлым тегіс және біртекті болса, тәуекел соғұрлым жоғары. Егер ыдыстың аузы тар болса, онда қайнау басталған сәтте қыздырылған су төгіліп, қолды күйдіреді.

Егер пеш жүктемесіз жұмыс істесе, сәулелену камерада жұтылмайды, ол оның қызып кетуі мен пештің бүлінуіне алып келетін көз ішінде жұтылуы керек. Егер пеште тым аз жүктеме болса, камераға артық сәулелерді сіңіру үшін стакан су қою ұсынылады.

Микротолқынды сәулелену металл заттардың ішіне кіре алмайды, сондықтан металл ыдыста тамақ дайындауға болмайды. Егер металл ыдыс жабық болса, онда сәулелену мүлдем жұтылмайды және пеш істен шығуы мүмкін. Ашық металл ыдыста дайындау мүмкін, бірақ оның тиімділігі аз (себебі сәулелену барлық жағынан енбейді). Сонымен қатар, металл заттардың өткір шеттерінің жанында ұшқын пайда болуы мүмкін.

Микротолқынды пешке металл тозаңдандырғышы бар ("алтын әшекей") ыдысты орналастыру қажет емес — металдың жұқа қабаты құйынды токтармен қатты қызады, бұл металл тозаңдану аймағында ыдысты бұзуы мүмкін. Сонымен қатар, қалың металдан жасалған өткір шеттері жоқ металл заттар микротолқынды пеште салыстырмалы қауіпсіз.

Микротолқынды пеште сұйықтықты герметикалық жабық ыдыстарда және тұтас құс жұмыртқаларын дайындауға болмайды — олардың ішінде судың қатты булануы салдарынан олар жарылады.

Микротолқынды суды қыздыру қауіпті, өйткені ол қызуға қабілетті, яғни қайнау температурасынан жоғары қыздыруға. Қызған сұйықтық содан кейін өте күрт және күтпеген сәтте сорып алады. Бұл тек тазартылған суға ғана емес, сондай-ақ өлшенген бөлшектер бар кез келген суға да қатысты. Сумен ыдыстың ішкі беті неғұрлым тегіс және біртекті болса, тәуекел соғұрлым жоғары. Егер ыдыстың аузы тар болса, онда қайнау басталған сәтте қыздырылған су төгіліп, қолды күйдіреді.

### 1.8.7 АЖЖ-пештер туралы мифтер

– Пеш магнетронының жиілігі су молекуласының резонанстық жиілігіне сәйкес таңдалғаны туралы жалпы пікір шындыққа сәйкес келмейді-соңғысы К-диапазонында жатыр (18-27 ГГц) , ал тұрмыстық АЖЖ-пештердің көпшілігі 2,45 ГГц жиілікте жұмыс істейді, ал АҚШ — тағы кейбір индустриялық модельдер-915 МГц жиілікте аз.



– Микротолқынды әсер су мен тамақ өнімдерінің құрылымын өзгертеді, пайдалы заттарды канцерогендерге айналдырады. Шын мәнінде, АЖЖ-пеште микротолқынды сәулеленудің әсері әдеттегі қыздырудан өзгеше емес, ал микротолқынды энергия химиялық байланыстарды тікелей бұзу үшін жеткіліксіз. Химиктер кейбір реакцияларды зерттесе де (өте сирек), олардың жүрісіне микротолқынды сәулеленудің жылымық емес әсері әсер етті, тәуелсіз эксперимент нәтижесінде байқалған "жылы емес" әсерлер шын мәнінде жылудың біркелкі еместігімен түсіндіріледі, ал жылықсыз микротолқынды әсерлердің болуы туралы гипотеза расталмады. Сонымен қатар, қазіргі ғылыми деректерге сәйкес судың (қатып қалғандардан басқа) қандай да бір тұрақты құрылымы болуы мүмкін емес .

– Бірінші рет "Radiomissor" деп аталатын пеш Екінші дүниежүзілік соғыс кезінде неміс ғалымдары жасаған, ол тіпті қазіргі неміс армиясында тамақ өнімдерін қыздыру үшін қолданылған, бірақ қауіпсіз емес болып шықты және одан бас тартты(алайда ресейлік сайттар шетелдік, ал шетелдерге — өмірде жоқ Ресейлік "Кинск" және "Раджастан" қалаларында жүргізілген Кеңес Одағының зерттеулеріне сілтеме жасайды).

– Есігі алынған қысқа толқынды пештер радар қымбат емес имитациялау үшін әскери істе пайдаланылуы мүмкін (қарсыласты оларды басуға қымбат қару-жарақтарды немесе ұшақтардың ресурстарын кедергі келтіру үшін жұмсауға мәжбүр ету мақсатында). Әдетте жарияланымдар тәжірибесі Сербияның Косово армиясына сілтеме жасайды.

– Темір табакшаның үлкен қуатты жарылыс тудыруы мүмкін (шын мәнінде, ең нашар жағдайда ол ұшқыннан магнетронның зақымдануын тудырады) деген тұжырым бар.

– Жұмыс істеп тұрған микротолқынды пешке жақындау қауіпті деп айтады, өйткені өз жасушалары мен ағзаның тіндері осы аспаптың сәулеленуін "сезінеді" (жұмыс істеп тұрған пештен 5 см<sup>2</sup> — ге 5 мВт шектеулі, оның бетінен 5 см қашықтықта-бұл денсаулыққа зиянды деп саналатын сәулелену деңгейінен айтарлықтай аз).

– Микротолқынды пеш өнімнің молекулалық құрылымын өзгертеді, соның нәтижесінде өз гендерін бұзуға немесе обырмен ауыруға болады • Егер күн сайын микротолқынды пештен тамақ бар болса, онда бұл қате пікір бойынша "мүгедек-балалар" туылуы мүмкін (микротолқынды сәулелену жолымен заттарды айырумен ерте эксперимент сәтсіз аяқталды — ол тек қызуға алып келді, өйткені бұл сәуле иондаушы емес).

Егер қосылған микротолқынды пешті үлкен қуатта ұзақ ұстаса, ол өзінің қуатты электромагниттік сәулеленуімен бірнеше метр радиустағы барлық электр құралдарын істен шығара алады. Шын мәнінде, оның электромагниттік сәулеленуі компьютердің жүйелік блогының артқы қабырғасынан артық емес, рас, жақын жерде ол ұялы телефонмен жақын жиілікте сигнал қабылдауға кедергі келтіруі мүмкін. Пеш Wi-Fi және Bluetooth кедергі жасайды.

**Қорытынды:** Адамның электромагнитті сәулеленудің қауіпті әсерінен қорғалуы бірқатар тәсілдер жүзеге асырылады, олардың негізгілері мыналар болып табылады: сәулеленуді тікелей көздің өзінен азайту, сәулелену көзін экрандау, жұмыс орнын экрандау, электромагнитті энергияны сіңіру, жеке қорғаныс құралдарын қолдану, қорғаудың ұйымдастыру шаралары.

Бұл әдістерді іске асыру үшін: экрандар, жұтқыш материалдар, аттенюаторлар, баламалы жүктемелер және жеке құралдар қолданылады.

Экрандар толқындарды тарату бағытында электромагниттік өрісті әлсіретуге арналған. Әлсіреу дәрежесі экран конструкциясына және сәулелену параметрлеріне байланысты. Қорғаныс тиімділігіне экран жасалған материал да елеулі әсер етеді.

Экранның қалыңдығы негізінен сәуле шығару жиілігі мен қуатымен анықталады және аз қолданылатын металға байланысты болады.

Экрандау үшін жиі металл тор қолданылады. Торлы экрандар бірқатар артықшылықтарға ие. Олар қарап, ауа ағынын өткізіп, экрандаушы құрылғыларды жылдам қоюға және алуға мүмкіндік береді.

## **2 Аса жоғары жиіліктердің электромагниттік өрісін зерттеу**

Жоғары жиілікті сәулелену көздері (3 кГц - тен 300 ГГц-ке дейін) функционалдық таратқыштарды-ақпаратты беру немесе алу мақсатында электромагниттік өріс көздерін қамтиды. Бұл коммерциялық таратқыштар (радио, теледидар), радиотелефондар (авто -, радиотелефондар, СВ радиосы, Әуесқойлық радиотаратқыштар, өндірістік радиотелефондар), бағытталған радиобайланыс (жерсеріктік радиобайланыс, жердегі релелік станциялар), навигация (әуе қатынасы, кеме қатынасы, радиоточка), локаторлар (әуе қатынасы, кеме қатынасы, көлік локаторлары, әуе көлігін бақылау). Мұнда АЖЖ-сәулеленуді, ауыспалы (50 Гц - 1 МГц) және импульстік өрістерді, тұрмыстық жабдықтарды (АЖЖ-пештер), электронды-сәулелік түтіктердегі ақпаратты көзбен көрсететін құралдарды (ДК мониторлары, теледидарлар және т.б.) пайдаланатын әртүрлі технологиялық жабдықтар жатады. Медицинада ғылыми зерттеулер үшін ультракүлгін жиіліктегі токтар қолданылады. Мұндай токтарды пайдалану кезінде пайда болатын электромагниттік өрістер белгілі бір кәсіби зияндылықты білдіреді, сондықтан олардың ағзаға әсер етуінен қорғау шараларын қабылдау қажет.

Тұрғын үй - жайлардағы электромагниттік өрістің көзі әртүрлі электротехника-тоңазытқыштар, үтіктер, шаңсорғыштар, электр пештер, Теледидарлар, Компьютерлер және т.б., сондай-ақ пәтердің электр сымдары болып табылады. Ғимараттың электр техникалық жабдығы, трансформаторлар, кабель желілері пәтердің электромагниттік жағдайына әсер етеді. Тұрғын үйлердегі электр өрісі 1-10 В / м шегінде орналасқан.

Тұрмыстық электр аспаптарынан магнит өрістерінің кернеулігін өлшеу олардың қысқа мерзімді әсері адамның электр беру желілерінің жанында ұзақ уақыт болуына қарағанда күшті болуы мүмкін екенін көрсетті. Егер электр

беру желісінің әсерінен халық үшін магнит өрісі кернеулігінің рұқсат етілген мәндерінің отандық нормалары 1000 мГс кұраса, онда тұрмыстық электр аспаптары осы шамадан айтарлықтай асып түседі.

"Электра" типті электр плиталарынан алдыңғы панельден 20-30 см қашықтықта магнит өрісінің индукциясы - иесі тұрған жерде - 1-3 мкТл кұрайды. Конфоркада, әрине, көп. Ал 50 см қашықтықта асүйдегі жалпы алаңнан бөлек емес, ол шамамен 0,1-0,15 мкТл.

Тоңазытқыштар мен мұздатқыштардан кішігірім және магнит өрістері, қарапайым тұрмыстық тоңазытқышта шекті рұқсат етілген деңгейден (0,2 мкТл) жоғары алаң компрессордан 10 см радиуста және тек оның жұмыс істеу уақытында пайда болады. Алайда "no frost" жүйесімен жабдықталған тоңазытқыштарда (инейсіз мұздату) рұқсат етілген шекті деңгейден асып кетуді есіктен метр қашықтықта бекітуге болады.

АЖЖ-пештер өз жұмысының қағидасыне байланысты Қуатты сәулелену көзі болып табылады. Бірақ сол себепті олардың конструкциясы тиісті экрандауды қамтамасыз етеді, және де тамақ қыздырылады немесе оларға тез дайындалады. Бірақ шынтақты қосылған "микротолқынды" тіреуге болмайды. 30 см қашықтықта пеш көрнекті айнымалы (50 Гц) магнит өрісін (0,3-8 мкТл) жасайды. Кенеттен қуатты электр шәйнектерінен өрістер аз болды. Мәселен, "Tefal" шәйнекінен 20 см қашықтықта алаң шамамен 0,6 мкТл кұрайды, ал асүйдегі жалпы электромагниттік өрістен 50 см қашықтықта бөлінбейді.

Үтіктердің көпшілігінде 0,2 мкТл жоғары өріс тұтқадан 25 см қашықтықта және тек қыздыру режимінде ғана анықталады.

Бірақ кір жуғыш машиналардың алаңы айтарлықтай үлкен болып шықты, басқару пультінде 50 Гц жиілікте 10 мкТл - дан астам, 1 метр биіктікте - 1 мкТл, 50 см қашықтықта бүйірінде-0,7 мкТл кұрайды. Үлкен кір жуу - жиі емес, автоматты немесе жартылай автоматты кір жуғыш машина жұмыс істегенде, иесі жан-жаққа қарай немесе ваннадан шыға алады.

Шаңсорғыштың алаңы одан да көп. Бұл шамамен 100 мкТл. Дегенмен, мұнда да жұбаныш бар: шаңсорғыш әдетте шлангқа апарып, одан алыс.

Рекорд электр сынақтарын ұстайды. Олардың өрісі жүздеген мкТл өлшенеді. Осылайша, электр сындырғымен шайқасып, бірден екі қоянды өлтіреді: өзін тәртіпке келтіреді және беттеріне магниттік өңдеу жүргізеді.

Ұзын толқынды радиотаратушы орталықтардан (РТО) ұзындығы үлкен радиотолқындар тиісінше үлкен кеңістікті "жабады". Электр толқындары ғимарат қабырғаларын экрандайды, бірақ магнит аз әлсірейді. Өз уақытында Мэн штатында (АҚШ) мұхиттағы тереңдікте орналасқан су асты қайықтарымен радиобайланыс жүйесі өрістетілді. Теңіз суы радиотолқындарды қатты жұтады, бірақ толқын ұзындығы көп болса да, жұтылу аз. Сондықтан байланыс 15 Гц жиілікте, яғни 20 мың километр толқын ұзындығында жүргізілді. Антеннадан шығарылған қуат оның көлемінің толқын ұзындығына қатынасы текшесіне пропорционал болғандықтан, антенналар бүкіл дерлік күйде созылды.

АЖЖ диапазонындағы сәуле тарату көздерінің көптігіне байланысты, олардың ішіндегі неғұрлым көп таралған және күнделікті өмірде кездесетін 2 түрін мысалға аламыз. Олар, мобильдік байланыстың ажырамас бөлігі - базалық станциялар және күнделікті тұрмыста қолданылатын АЖЖ пештері.

Бүгінгі күні ұялы байланысты пайдаланбайтын адамды табу қиын, бірақ олардың жайлылығын қамтамасыз ететін жүйенің қалай жұмыс істейтінін барлығы түсінбейді. Бізге әрдайым байланыста болуға мүмкіндік беретін нәрсе туралы біз өз үйіңіздің жанында немесе оның шатырында барлығы базалық станция деп аталатын белгісіз объектіні байқаған кезде ғана ойланамыз. Базалық станциялардың жұмыс істеу қағидасы туралы білімнің болмауы оның денсаулыққа зиянды әсері туралы сыбыс тудырып, үрейге әкеп соқтырады. Осы себепті осы мақалада біз базалық станцияның қысқаша сипаттамасын, оның орналасқан жерін және жұмыс істеу қағидасын беруге тырысамыз. Кез келген стандарттың ұялы байланысының басты элементі базалық станция - БС болып табылады, ол ұялы телефондардан қоңырау шалуларды бөлуге және оларды аутентификациялауға арналған радиотаратушы аппаратураның кешені болып табылады. Байланыс стандартына байланысты БС 300-3000МГц жиілік диапазонында жұмыс істейді.

Микротолқынды пеш (сондай-ақ АЖЖ-пеш; устар. қысқа толқынды пеш) — дециметрлік диапазонның (әдетте 2450 МГц жиілігімен) электромагниттік сәулеленуінің арқасында құрамында су бар заттарды жылытуға мүмкіндік беретін және тағамды тез дайындауға, жылытуға немесе ерітуге арналған электр құралы.

Өнеркәсіпте бұл пештер пластмассаларды кептіру, еріту, желімді қыздыру, керамиканы күйдіру және т. б. үшін қолданылады.

Классикалық пештерге қарағанда (мысалы, пештер немесе орыс пештері), АЖЖ-пеште тамақты қыздыру тек қыздырылатын дененің бетінен ғана емес, полярлық молекулалар (мысалы, су) бар оның көлемі бойынша да болады, өйткені осы жиіліктің радиоволдары үстіңгі жағынан шамамен 1,5 — 2,5 см болатын тамақ өнімдерімен жұтылады және сіңіріледі. Бұл тағамды қыздыру уақытын қысқартады. АЖЖ-пештерде орташа қыздыру жылдамдығы секундына 0,3-0,5 °С құрайды.

## **2.1 ЭМӨ диапазонын АЖЖ өлшеуге арналған аспаптар**

300 МГц - 300 ГГц жиілік диапазонындағы ЭМӨ деңгейлерін өлшеу үшін рұқсат етілген салыстырмалы қателікпен энергия ағыны тығыздығының орташа мәнін бағалауға арналған аспаптар қолданылады:  $\geq 300$  МГц - 2 ГГц диапазонындағы  $\pm 40\%$  - дан аспайтын және 2 ГГц-тен жоғары диапазонындағы  $\pm 30\%$  - дан аспайтын.

ЭАТ өлшеу құралдары 2.1-кестеде келтірілген.

### **2.1 кесте - Энергия ағынының тығыздығын өлшегіш құралдар**

Аспап	Жиілік диапазоны, ГГц	Өлшеу шектері, мкВт/см <sup>2</sup>
-------	-----------------------	-------------------------------------

ПЗ-18 ПЗ-18А	0,3 - 39,65	0,32 - 100000
ПЗ-19	0,3 - 39,65	0,32 - 100000
ПЗ-19А	0,3 - 39,65	20,0 - 100000
ПЗ-20	0,3 - 39,65	20,0 - 100000
ПЗ-23	37,5 - 118,1	0,5 - 2000
ПЗ-24	37,5 - 178,4	2,0 - 30000
ПЗ-33	0,3 - 4,0	0,1 - 250
ПЗ-33М	0,3 - 18,5	1 - 100

2.1 - кестеде келтірілген энергия ағынының тығыздығын өлшеуіштер жиіліктердің кең диапазонында электромагниттік өрістің ЭАТ орташа мәнін өлшеуге арналған. Еркін кеңістікте және қуатты сәулелену көздеріне жақын шектелген көлемдерде үздіксіз генерациялау және импульстік модуляция режимдерінде АЖЖ сәулеленудің биологиялық қауіптілік дәрежесін бағалау үшін пайдаланылады.

ЭАТ өлшейтін ПЗ типті аспаптар антенна-түрлендіргіштерден және индикатордан тұрады. Антенна-түрлендіргіш конустық бетінде орналасқан резистивті жұқа пленкалы термопарлы түрлендіргіштер жүйесін қамтиды. Өлшеу кезінде ЭМӨ энергиясы термобар элементтерімен жұтылады. Әрбір Термопарда ЭАТ -ге пропорционалды термо-ЭҚК туындайды. Термопараны өлшеуіш логарифмдік заң бойынша тұрақты ЭҚК термопарды жинақтайды және күшейтеді. ЭМӨ қарқындылығын есептеу қолданылатын түрлендіргіш антеннаның төменгі өлшеміне қатысты децибелдегі цифрлық таблода жарық түсіріледі. ЭАТ өлшеу құралдарының арасында сәулелендіру дозасын анықтайтын аспаптар бар-уақыт аралығындағы жиынтық ЭАТ.

Қазіргі уақытта диапазондағы АЖЖ сәулелену ағынының тығыздығын анықтау үшін ПЗ-33, ПЗ-33М, ПЗ-40, ПЗ-41 және ИПМ-101М аспаптары кеңінен қолданылады.

(3-4М) сәуле шығару ағынының тығыздығын өлшеуіш 2.1 - суретте көрсетілген.



2.1 сурет - АЖЖ сәулелену ағынын өлшеуіш ПЗ-33 (ПЗ-33М)

#### 2.1.1. ПЗ-33 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.

#### 2.1.2. ПЗ-33 өлшеуішінің ерекшеліктері:

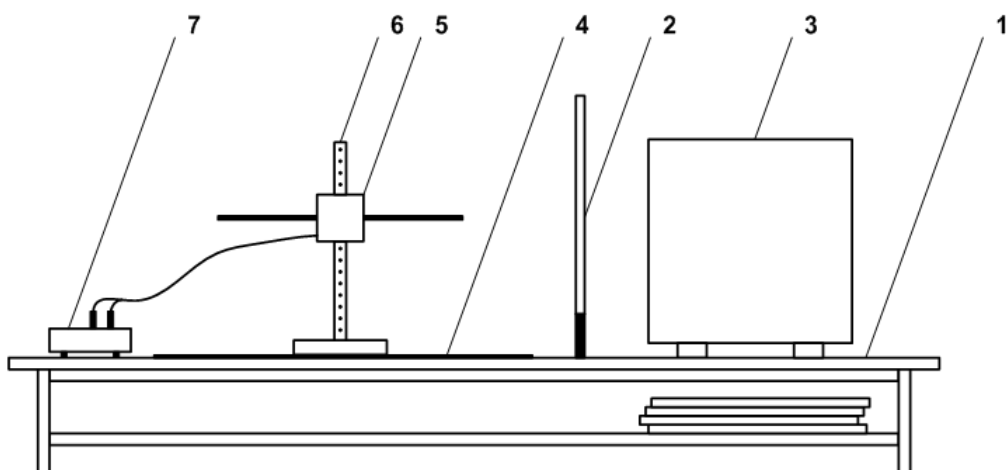
Аспап мемлекеттік стандарт пен Ресейдің Мемэпидқадағалау Мемстандартының қолданыстағы құқықтық және нормативтік құжаттарына сәйкес электромагниттік сәулеленудің энергия ағыны тығыздығының биологиялық қауіпті деңгейін анықтау және бақылау үшін қолданылады.

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-33 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 ЭАТ векторлық қосындысы ретінде анықталады.

## 2.2 Зертханалық қондырғының сипаттамасы

Зертханалық қондырғының сыртқы түрі 2.2 - суретте көрсетілген.



2.2 сурет -Зертханалық қондырғы

Стенд түрлі материалдардың экрандау қасиеттерін зерттеу үшін қолданылатын 2 ауысымдық экрандар орналасатын 1-бағаналы дәнекерленген қаңқасы түрінде орындалған үстел болып табылады. 1-бағанада 3 пеші (сәулелену көзі) және 4 координаттық құрылғысы орналасқан.

4 координаттық құрылғы антеннаны "X", "Y" осьтері бойынша жылжытуды тіркейді. "Z" координаты 6 өлшеу тірегіне түсірілген шкала бойынша анықталады, ол бойынша 5 антеннасы еркін қозғала алады. Бұл ӨЖЖ пешінің алдыңғы панелі жағынан кеңістіктегі ӨЖЖ сәулеленуінің таралуын зерттеуге мүмкіндік береді (ең қарқынды сәулелену элементтері).

4 координаттық құрылғы координаттық тор салынған планшет түрінде жасалған. Планшет тікелей 1 үстеліне жапсырылған. 6 баған АЖЖ өрісінің таралуының бұрмалануын болдырмау үшін диэлектрлік материалдан (органикалық шыныдан) жасалған.

Пештің ӨЖЖ жүктемесі ретінде отқа төзімді шамотты кірпіш қолданылады.

5 антеннадан Сигнал ПЗ-33 7 өлшеу аспабына түседі, ол 1 үстелшенің бос бөлігінде орналасқан (координаттық тордан тыс).

Жұмыста ПЗ-33 аспабы қолданылады.

1 - үстелде келесі материалдардан жасалған 2 ауыспалы қорғаныс экрандарын орнатуға арналған ұяшықтар бар:

- ағаш талшықты плита;
- органикалық шыны;
- шынытекстолит;
- поливинилхлорид.

Ағаш-талшықты плита (АТП) - ағаш талшықтарынан кілемді ыстықтай престеу немесе кептіру жолымен жасалған табақты материал. Қажет болған жағдайда, байланыстырушы жабысқақ заттар мен арнайы қоспаларды пайдалану арқылы жүргізіледі.

АТП тығыздығы, қоспалардың болуы, престеу тәсілі, бет пен бет қабатының типтері және олардың тегістігі, байланыстырғыш типі, био - және

отқа төзімділігі, құрылым типі, қолдану саласы (еден жабындары үшін, қабырғалар үшін) бойынша жіктеледі.

Органикалық шыны (органикалық шыны), немесе полиметилметакрилат (ПММА) — акрил шайыр [1], синтетикалық виниловый полимер метилметакрилата, термопластичный мөлдір пластик, белгілі астында атаулары Plexiglas, Deglas, Acrylite, Lucite, Perspex, Setacryl, плексиглас, акрима, новаттро, плексима, лимакрил, плазкрил, акрилекс, акрилайт, акрипласт, акриловое шыны, акрил, метаплекс және басқа да көптеген. Ұшырауы мүмкін окрашиванию және тонированию [2].

Табақ шынытекстолит – текстолиттің модификациясын білдіретін конструкциялық топтан алынған материал (бұл материал машина жасау саласында, сырғанау подшипниктерін өндіру кезінде, сондай - ақ өзінің электр окшаулау қасиеттерінің арқасында радио және электротехникада кеңінен қолданылады). Стеклотекстолит – бұл не? Қарастырылып отырған материал қатпарлы пластиктің құрылымы бар, оның талшықтары полимерлі байланыстырушы затпен кезектеседі. Полимер ретінде келесі заттарды қолданады: бакелит; эпоксидті шайыр; полиэфир шайыры. Шынытекстолиттің негізі шыны мата болып табылады. Бұл зат жақсы пайдалану қасиеттеріне ие және оның арқасында шынытекстолит текстолитке қарағанда жақсы қасиеттерге ие: термотұрақтылығы 50 °С жоғары, меншікті кедергісі 104 Ом•м жоғары, шығын бұрышының тангенсі 0,05 төмен. Міне, сондықтан табақты шыны текстолит баспа платаларын өндіру кезінде де қолданылады.

Поливинилхлорид (ПВХ, полихлорвинил, винил, вестолит, хосталит, виннол, корвик, сикрон, джеон, ниппеон, сумилит, луковил, хелвик, норвик және т.б.) — түссіз, мөлдір пластмасса, винилхлорид термопластикалық полимер. Сілтілерге, минералды майларға, көптеген қышқылдарға және еріткіштерге химиялық төзімділігімен ерекшеленеді. Таза түрде ауада жануды қолдамайды, бірақ оның негізіндегі пластмассаның отқа төзімділігі пайдаланылған қоспаларға байланысты. Аз аязға төзімді (-15 °С) бар. Қызуға Төзімділігі: + 66 °С.

### **2.3 Зертханалық жұмысты орындау кезіндегі қауіпсіздік талаптары**

Жұмысқа зертханалық стенд құрылғысымен, жұмыс істеу қағидасы және зертханалық жұмысты жүргізу кезіндегі қауіпсіздік шараларымен таныстырылған студенттер жіберіледі.

Пештің АЖЖ ашық есігімен жұмыс істеуге тыйым салынады.

Есікті, басқару панелін, блоктау жүйесінің ажыратқыштарын немесе пештің қандай да бір басқа бөліктерін дербес реттеуге немесе жөндеуге тыйым салынады. Жөндеу тек мамандармен жүргізілуі керек.

АЖЖ пеш жерге қосылуы тиіс.

Пешті жүктемесіз қосуға және жұмыс істеуге жол берілмейді. Жұмыс циклдарының арасындағы үзілістерде пеште кірпіш қалдыру ұсынылады. Пешті кездейсоқ қосқан кезде кірпіш жүктеме рөлін атқарады.



## 2.4 Жұмысты жүргізу тәртібі

1. Зертханалық жұмысты жүргізу кезіндегі қауіпсіздік техникасы бойынша шаралармен танысу.

2. Зерттеу жасайтын орын әзірлеу (ПЗ-33 аспабы және микротолқынды пеш)

3. Бірнеше АЖЖ пештерге зерттеу жасап, ең тиімдісін аламыз.

4. АЖЖ пешті айнымалы ток желісіне қосу.

5. Үстел бетіне ПЗ-33 аспабын және антеннасын орнату

6. Керек қорғаныс экрандарын дайындау

7. ПЗ-33 аспабын іске қосу: «вкл» батырмасын басу, шыққан экраннан «стандартный» режимін таңдау

8. ПЗ-33 аспабын микротолқынды пешке жақындату

9. Бірінші ЭАТ деңгейін 3 түрлі ара-қашықтықта өлшеу (10-25-50 см)

10. Алынған мәліметтерді кестеге толтыру

11. Екінші қорғаныс экрандары арқылы микротолқынды пешті қайта өлшеу

12. Алынған мәліметтерді кестеге толтыру

13. Әрбір экран үшін экрандау тиімділігін анықтау.

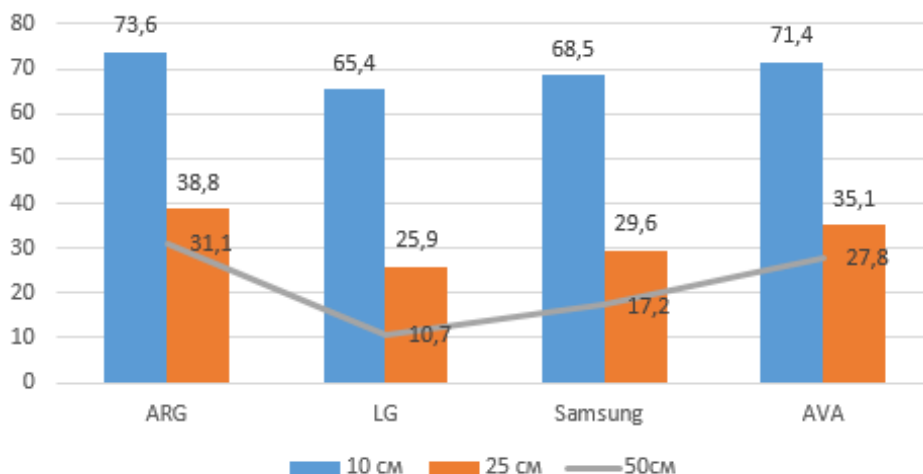
14. Қорғау экрандарының материалдарынан экрандау тиімділігінің гистограммасын құру.

15. Қорытынды жасау.

2.2 кесте - Бірдей қашықтықтан сипаттамалары мен жұмыс істеу жиілігі ұқсас 4 түрлі АЖЖ пештерге жасалған зерттеу нәтижесі

АЖЖ пештің атауы	Ара қышықтық, см	Энергия ағынының тығыздығы (ЭАТ), мкВт/см <sup>2</sup>	Максималды мән, мкВт/см <sup>2</sup>
ARG	10	73,6	302,4
	25	38,8	140,7
	50	31,1	118,1
LG	10	65,4	281,3
	25	25,9	125,9
	50	10,7	98,5
Samsung	10	68,5	286,8
	25	29,6	128,4
	50	17,2	102,3
Ava	10	71,4	294,7
	25	35,1	135,1
	50	27,8	112,0

АЖЖ пешінің диаграммасы

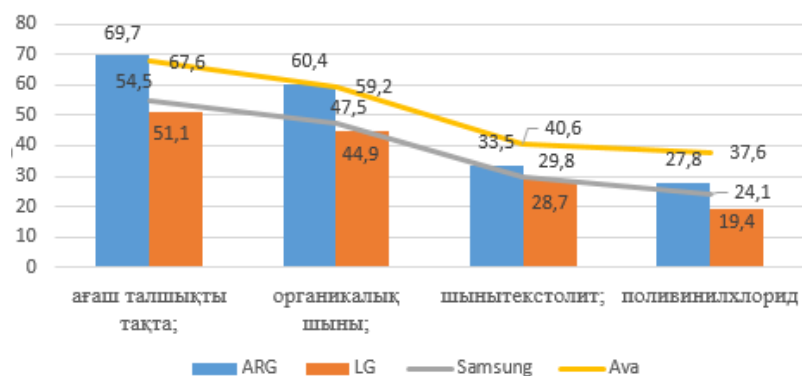


2.3 сурет - АЖЖ пештеріне жасалған зерттеу қорытындысының диаграммасы

2.3 кесте - Экрансыз қорғау экрандарының материалына байланысты экрандау тиімділігін зерттеу

Қорғау экрандарының материалы	ағаш талшықты тақта;	органикалық шыны;	шыныте кстолит	поливинилхлорид.
АЖЖ пештің атауы	ЭАТ, мкВт/см <sup>2</sup>			
ARG	69,7	60,4	33,5	27,8
LG	51,1	44,9	28,7	19,4
Samsung	54,5	47,5	29,8	24,1
AVA	67,6	59,2	40,6	37,6
Экрандау тиімділігі Э, %	0,47	1,72	6,84	8,46

АЖЖ пештерінің экрандау тиімділігінің диаграммасы



2.4 сурет - АЖЖ пештерінің экрандау тиімділігінің диаграммасы

Қорытынды: Екінші бөлімде АЖЖ диапазонындағы микротолқынды пешті мысалға ала отырып, ПЗ-33 өлшеу құралымен зерттеу жүргіздік. Зерттеу барысында 4 микротолқынды пешті мысалға ала отырып, қайсы пештің біздің ағзамызға зиян екенін диаграммаға сала отырып көз жеткіздік. АЖЖ диапазонынан қорғану үшін біз 4 түрлі экран қолдандық, олар:

- ағаш талшықты плита;
- органикалық шыны;
- шынытекстолит;
- поливинилхлорид.

Бұл жерде біз экрандау арқылы АЖЖ диапазонындағы сәуленің адам ағзасына қанша деңгейде өтетінін көрдік. Қорытындылай келетін болсақ, АЖЖ диапазонындағы заттардан аулақ болайық және де оларды жиі пайдалануға жол бермейік.

### **3 АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу**

Үшінші тарауда электромагниттік сәулеленуді интеграцияланған бақылау тәсілін аппаратуралық және бағдарламалық қамтамасыз ету ұсынылған және оны практикалық іске асыру әдістемесі қарастырылған[21].

Электромагниттік өрістердің параметрлерін өлшеу үшін келесі өлшеу құралдарының жиынтығы пайдаланылуы мүмкін:

- СТ-01 электростатикалық өрістер деңгейлерінің әмбебап өлшеуіші;
- ПЗ-50 өнеркәсіптік жиілік өрісінің кернеулігін өлшеуіш;
- Электромагниттік өрістерді өлшеуіш ПЗ-33.

Ұсынылған тәсілді практикалық іске асыру әдістемесі 3 кезеңді көздейді.:

- бастапқы деректерді жинау;
- электромагниттік өрісті компьютерлік модельдеу;
- Электр немесе магнит өрістерінің кернеулігі шкаласының тораптық мәндерін қарастырылып отырған үй-жайда болудың рұқсат етілген уақытының тораптық мәндеріне түрлендіру жолымен электромагниттік сәулелену қауіптілігінің кеңістіктік бейнесін қалыптастыру.

Бастапқы деректерді жинау үшін:

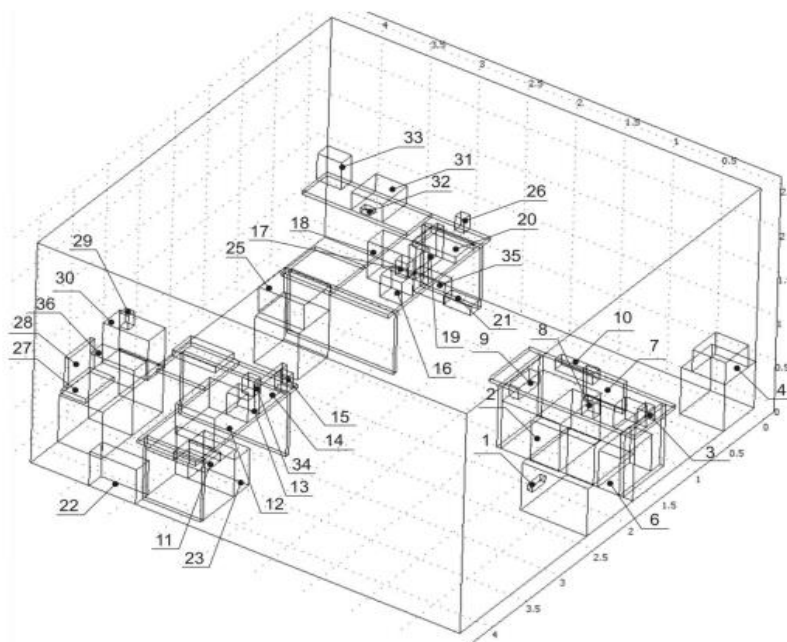
- үй-жайдың көлемі мен геометриялық нысаны көрсетілген жоспары жасалады.;
- жасалған жоспарда ЭМӨ көздері бейнеленеді;
- барлық ЭМӨ көздерінің әр бетінің жанында электромагниттік өрістердің параметрлері өлшенеді.

Өлшеу нүктелерінде болу уақытының ең аз рұқсат етілген мәніне сәйкес келетін электр өрісінің кернеулігінің өлшенген мәндері электромагниттік сәулеленуді модельдеу үшін қолданылады.

Алынған үлгіге сәйкес зерттелетін үй-жайдағы электромагниттік жағдайдың сандық есебі орындалады. Нәтижесінде электромагниттік сәулелену қауіптілігінің кеңістіктік көрінісі қалыптасады.

Мысалы, 3.1 - суретте ЭМӨ көздері бар зерттелетін үй-жайдың үш өлшемді моделі көрсетілген.

Рұқсат етілген уақытты өлшеу және бағалау нәтижелері бойынша ең қауіпті құраушы 50 Гц өнеркәсіптік жиіліктің электр өрісі болып табылатыны анықталды.



1 – қабылдау-бақылау күзет-өрт аспабы "КВАРЦ»; 2 – МФУ сканер-принтер-көшірмесі " Xerox Phaser 7700»; 3, 8 – аудио баған «microlab M-400II»; 4 – принтер «HP Laser Jet 1320»; 5 – сабвуфер «microlab M-400II»; 6, 18, 23 – жүйелі блок ПЭВМ «MAKS line»; 7 – сұйық кристалды монитор (ЖК) «Samsung Sync Master»; 9 – үздіксіз қоректендіру блогы «Power Com 800 VA»; 10, 22 – қуаты 1 кВт электр жылытқыш; 11 – үздіксіз қоректендіру блогы «UPS 800 VA»; 12 – принтер «HP Laser Jet 4200»; 13, 16 – сабвуфер «Swen SPS820»; 14 – сұйық кристалды монитор «Samsung Sync Master 710N»; 15, 17, 34 – аудио баған «Swen SPS820»; 19 – сұйық кристалды монитор «View Sonic Vg700»; 20, 24 – сканер «HP»; 21 – сүзгі ұзартқыш «Power Cube SPG B» 5 ұямен; 25 – мультифункционалды құрылғы «Eco Sys FS6950DN»; 26, 29 – радиотелефон «Panasonic»; 27 – желілік коммутатор (switch) «3Com» (40 порт); 28 – сұйық кристалды монитор «NEC 17»; 30 – жүйелік блок ПЭВМ «GLX» (сервер); 31 – факс «Panasonic»; 32 – телефонның зарядтау құрылғысының қуат блогы «Fly»; 33 – электрлік шәйнек «Scarlett Laura»; 35 – үздіксіз қоректендіру көзі «APC 800 VA»; 36 – "APC 1000 VA" үздіксіз қоректендіру көзі»

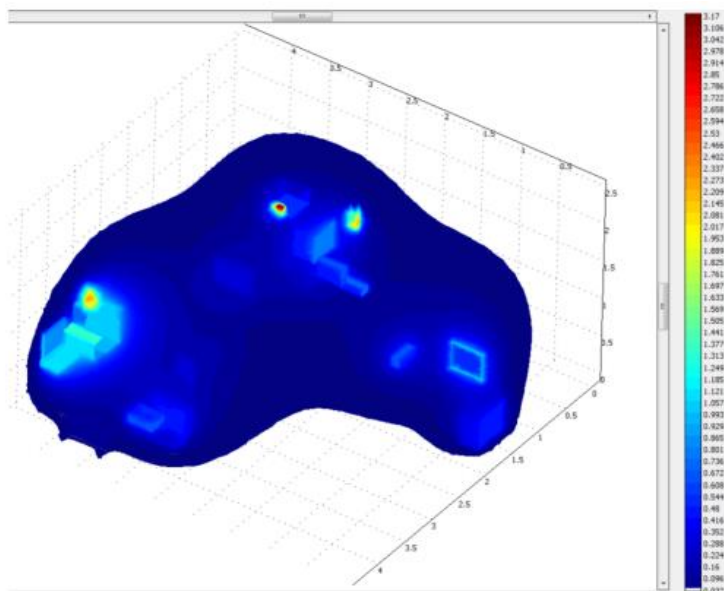
3.1 сурет – Зерттелетін үй-жайдың үш өлшемді моделі

Электр өрісінің кернеулігін үлестірудің үш өлшемді көрінісі 2-суретте көрсетілген.

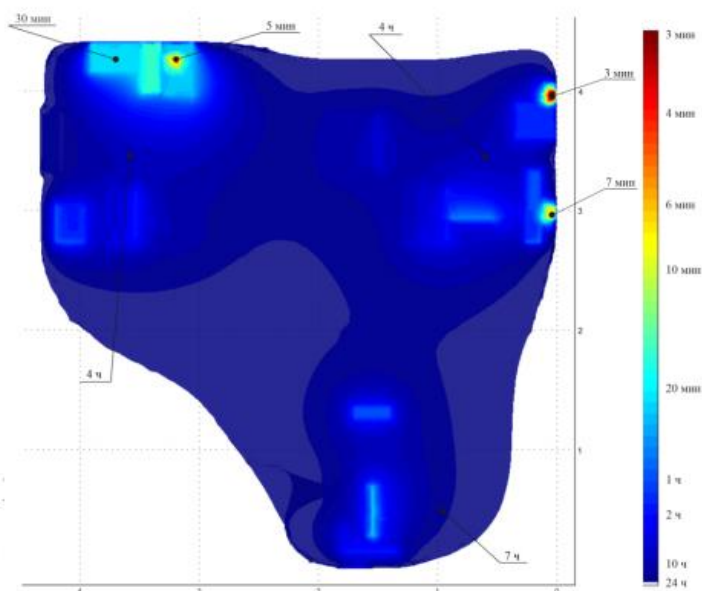
Бұдан әрі электр өрісінің кернеулігі шкаласының тораптық мәндерін қарастырылып отырған үй-жайда болудың рұқсат етілген уақытының тораптық мәндеріне түрлендіру жолымен электромагниттік сәулелену қауіптілігінің кеңістіктік көрінісі қалыптасады. Бұл үшін картина шкаласындағы электр өрісінің кернеулігінің мәні екінші тарауда келтірілген формулалар бойынша адамның болу уақытының рұқсат етілген мәндеріне ауыстырылады.

Зерттелетін үй-жайда электромагнитті сәулелену қауіптілігінің алынған көрінісі 3.2 - суретте көрсетілген. Мұнда әр түрлі түстерге боялған изоповерхнизм түрінде зерттелетін үй-жайдың әр түрлі аймақтарында адамдардың болуына рұқсат етілген уақыт аймақтары көрсетілген. Суреттің оң жағында зерттелетін кеңістіктегі суреттің түс түсіне байланысты ықтимал қауіпті аймақтарды көзбен анықтауға болатын рұқсат етілген уақыт шкаласы көрсетілген. ПЭВМ операторларының ұзақ мерзімді орналасқан аймақтарында (жұмыс орындарында), сондай – ақ ЭМӨ ең жоғары деңгейдегі жерлерде болудың рұқсат етілген уақыты жеке көрсетілген.

Электромагниттік сәулеленудің қауіптілік көрінісі персоналдың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін қорғау шараларын таңдау үшін пайдаланылуы мүмкін. Осы мақсатта электромагниттік қауіпсіздікті қамтамасыз ету бойынша ұйымдастырушылық және техникалық іс-шаралар қарастырылды.



3.2 сурет –Зерттелетін үй-жайда электр өрісінің кернеулігін бөлудің үш өлшемді көрінісі



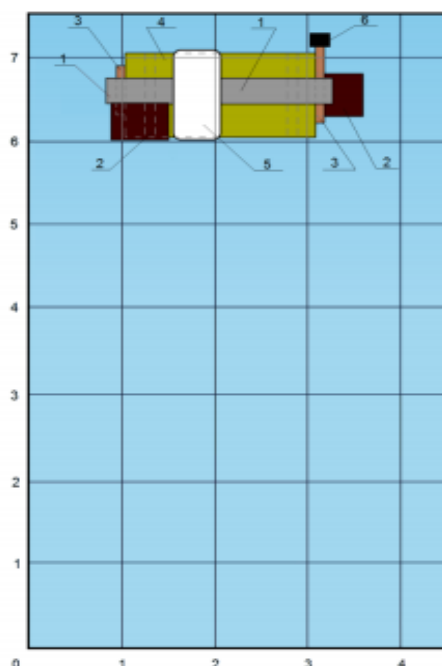
3.3 сурет – Зерттелетін үй-жайдағы электромагниттік сәулелену қауіптілігінің көрінісі (проекция 90-ға өрістетілген)

Алтмту-да қарастырылған Әдістеменің тиімділігін анықтау үшін қуаттылығы 900 Вт (жиілігі 2450 МГц инвертер) "Dialog" микротолқынды пеші базасында Краснояр мемлекеттік аграрлық университетінде әзірленген конвейерлік типті зертханалық қондырғының аналогы құрылды, АЖЖ-өрістің режимдік параметрлерінің қарақұмық тұқымдарының сапалық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу үшін және тұқымдарды себу алдында өңдеу процесінде электромагниттік сәулеленудің қауіптілік дәрежесін бағалау жүргізілді.

3.4 - суретте АЖЖ қондырғысы бар зерттелетін үй-жайдың жоспары көрсетілген.

Электр, магнит өрістерінің кернеулігі деңгейін және энергия ағынының тығыздығын өлшеу АЖЖ -камераның алдыңғы қабырғасынан 0,5 м-ден 2 м-ге дейінгі аралықта 50 Гц, 30 кГц, 3 МГц, 30 МГц, 50 МГц, 300 МГц және 2450 МГц жиіліктерінде ПЗ-50, ПЗ-41 аспаптарының көмегімен жүргізілді. Электр өрісінің кернеулігін және энергия ағынының тығыздығын өлшеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген (ДБП асатын мәндер бөлінген).

Зерттеу нәтижелері бойынша 0,5 м қашықтықтағы электр өрісінің кернеулігінің деңгейі 50 Гц, 0,03 МГц, 3 МГц, 30 МГц және 50 МГц жиіліктердегі электр өрісінің ДБП-дан жоғары, тиісінше: 36, 42, 33, 35 және 46 рет. Электромагниттік АЖЖ -өрісінің ЭАТ деңгейі 0,5 м қашықтықта ДБП-дан 300 МГц, 2450 МГц жиіліктерінде, тиісінше: 46 және 48 есе артық. Айнымалы электр және жоғары жиілікті электромагниттік өрістердің қауіпсіз деңгейлері 2 м-ден астам қашықтықта жетеді.

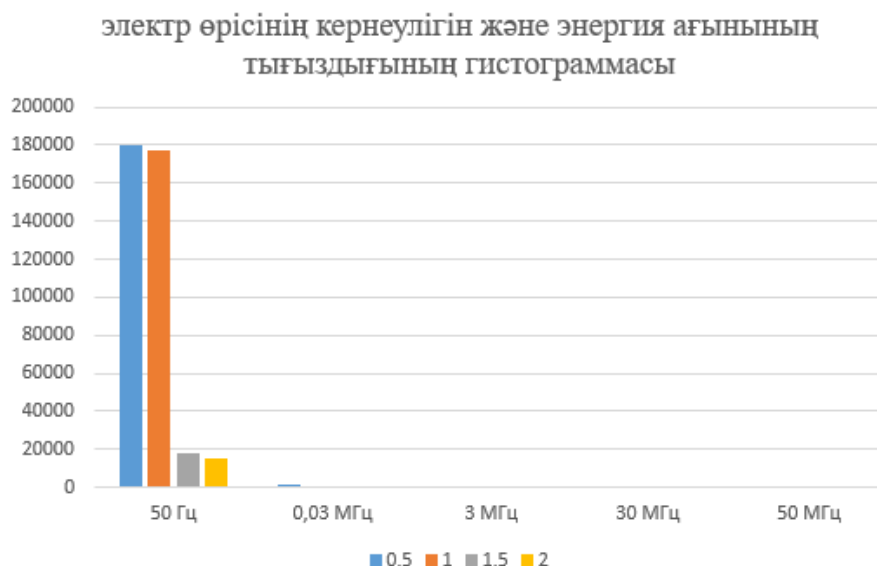


1 – ұяшықтары бар транспортер лентасы; 2 – бункер; 3 – барабан; 4 – үстел; 5-АЖЖ-камера; 6-Электр қозғалтқышы

3.4 сурет – АЖЖ қондырғысы бар зерттелетін үй-жайдың жоспары

3.1 кесте - АЖЖ-камераның алдыңғы қабырғасынан 0,5 м-ден 2 м-ге дейінгі қашықтықта электр өрісінің кернеулігін және энергия ағынының тығыздығын өлшеу нәтижелері

Арасындағы қашықтық Өлшеу түрлендіргіш және алдыңғы қабырғамен СВЧ-камералар, м	Электр өрісінің кернеулігі, В / м					Ағынның тығыздығы энергия, мкВт / см <sup>2</sup>	
	Бақыланатын жиілік						
	50 Гц	0,03 МГц	3 МГц	30 МГц	50 МГц	300 МГц	2450 МГц
0,5	180000	1054,24	500	350,09	136,91	465,31	482,59
1,0	177000	724,89	387,97	340,00	117,03	207,46	344,14
1,5	17510	644,96	337,15	232,75	79,90	86,12	73,89
2,0	15340	597,81	311,29	211,43	72,49	54,78	51,48
Шекті рұқсат етілген деңгей							
	5000	25	15	10	3	10	10



3.5 сурет – АЖЖ-камераның алдыңғы қабырғасынан 0,5 м-ден 2 м-ге дейінгі қашықтықта электр өрісінің кернеулігін және энергия ағынының тығыздығының гистограммасы

Магнит өрісінің кернеуі 0,5 м қашықтықта 50 Гц және 50 МГц жиіліктеріндегі ДБП-дан 3 есе және 2 еседен жоғары. Қорғау құралдары болмаған жағдайда магнит өрісінің қауіпсіз деңгейіне 1 м артық қашықтықта қол жеткізіледі.

Адамның өнеркәсіптік жиіліктің электр және магнит өрісінде болуына рұқсат етілген уақытын салыстыру нәтижелері бойынша РЖ-диапазонның электромагнитті өрісінде ЭМӨ деңгейі бойынша ең қауіпті 2450 МГц жиіліктегі электромагнитті өріс болып табылады.

Магнит өрісінің кернеуі 0,5 м қашықтықта 50 Гц және 50 МГц жиіліктеріндегі ДБП-дан 3 есе және 2 еседен жоғары. Қорғау құралдары болмаған жағдайда магнит өрісінің қауіпсіз деңгейіне 1 м артық қашықтықта қол жеткізіледі.

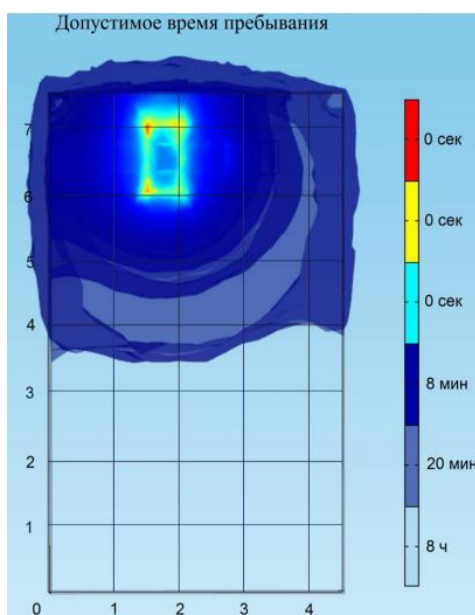
Адамның өнеркәсіптік жиіліктің электр және магнит өрісінде болуына рұқсат етілген уақытын салыстыру нәтижелері бойынша РЖ-диапазонның электромагнитті өрісінде ЭМӨ деңгейі бойынша ең қауіпті 2450 МГц жиіліктегі электромагнитті өріс болып табылады.

2450 МГц жиіліктегі электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу үшін қолданылды.

3.6 - суретте электромагнитті АЖЖ-өрісін тарату моделін рұқсат етілген уақыт өлшемі бойынша электромагнитті сәулеленудің қауіптілік картинасына түрлендіру нәтижесі көрсетілген. Бұл суретте белгіленген уақыттың сандық мәніне байланысты түрлі түстерге боялған, Изоповерхника түріндегі АЖЖ



қондырғымен жұмыс істеген кезде адамдардың рұқсат етілген уақыт аймағы көрсетілген.



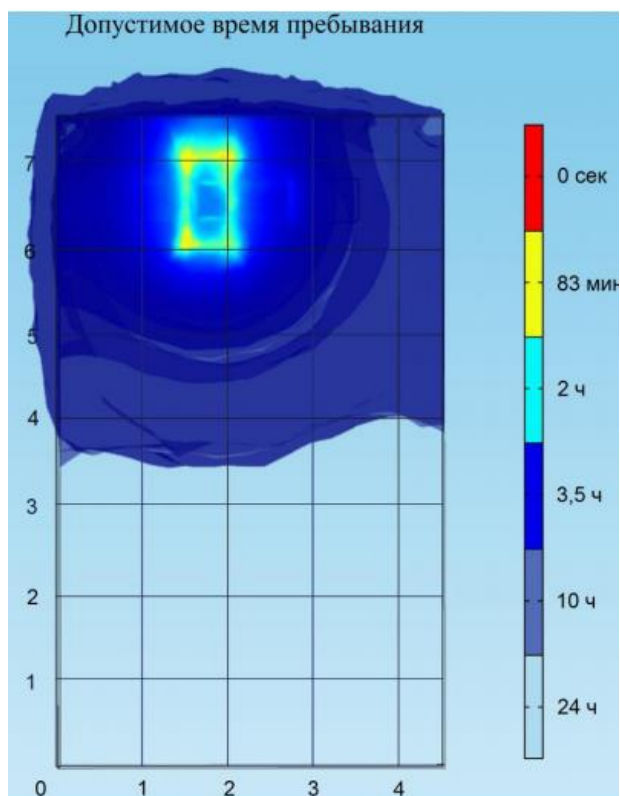
3.6 сурет – Электромагнитті сәулелену қауіптілігінің көрінісі

Негізгі қорғаныс іс-шаралары ретінде диаметрі 0,1 мм сымнан жасалған жез торды пайдалана отырып, 1 мм ұяшықтардың адымымен жерге қосу контурымен жалғанған экрандау нұсқасы таңдалды. Тор технологиялық процесс бұзылмайтындай етіп орнату элементтерінен 0,1 м қашықтықта орнатылады.

0,5 м артық қашықтықта айнымалы электр және электромагниттік өрістердің деңгейлері ДБП-дан аспайды. 0,03 МГц, 30 МГц және 50 МГц жиіліктеріндегі электр өрісінің кернеулігі 0,5 м ДБП қашықтықта тиісінше 1,1, 1,6 және 1,7 есе, ал 300 МГц, 2450 МГц жиіліктеріндегі электромагниттік өрістің ППЭ 1,7 есе артық.

0,5 м қашықтықтағы магнит өрісінің кернеулік деңгейі барлық зерттелетін жиілік диапазонында белгіленген нормативтерден аспайды.

3.7 – суретте экрандалу жағдайында ЭМӨ қауіптілігінің көрінісі келтірілген.



3.7 сурет – Экрандау жағдайындағы электромагниттік сәулелену қауіптілігінің көрінісі

Қауіптілік картинасына сәйкес қондырғыдан 0,5 м – ден 2,5 м-ге дейінгі аймақта адам болу уақыты 10 сағатқа дейін, ал 2,5 м-ден астам қашықтықта-24 сағат ішінде рұқсат етіледі.

Экрандау жағдайында адамның 1,5 м аймақта қауіпсіз болу уақыты 75 есе, 1,5 м – ден 2,5 м-ге дейін аймақта 30 есе өсті.

Қажет болған жағдайда қондырғының жанында болудың рұқсат етілген уақытын ұлғайтуға мүмкіндік беретін қосымша іс-шаралар пайдаланылуы мүмкін.

Осылайша, электромагнитті жағдайды интеграцияланған бақылаудың ұсынылған тәсілін пайдалану нәтижесінде алынған электромагнитті сәулелену қауіптілігінің кеңістіктік көрінісі жұмыс орындарында қауіпсіз болуын қамтамасыз ету, еңбек жағдайларын жақсарту және сауықтыру бойынша тиімді іс-шараларды негізді таңдауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған тәсілдің экономикалық тиімділігі бақылаудың белгілі әдістерімен салыстырғанда оны іске асыруға арналған шығындар бойынша бағаланды.

Ұсынылған бақылау тәсілінің көмегімен бір объектіні зерттеуге жұмсалатын үлестік шығындардың орташа мәні шамамен 740 руб. құрайды.

Ұсынылған тәсілдің аз шығыны сарапшы-экологпен электромагниттік жағдайды зерттеу уақытының айтарлықтай азаюымен байланысты. Бұл ретте, жыл бойы зерттелетін объектілердің саны 2 еседен астам көбейеді.

Сонымен қатар, жүргізілген зерттеулердің негізгі нәтижесі ретінде экономикалық емес, ең алдымен электромагниттік жағдайдың жай-күйін бағалау процесін реттеуге негізделген әлеуметтік тиімділікті қарастыру қажет. Бұл ретте еңбек сыйымдылығын төмендетіп қана қоймай, бақылау нәтижелерінің шынайылығы да артады, ал электромагниттік сәулелену қауіптілігінің алынған кеңістіктік көрінісі экономикалық және техникалық шектеулер жағдайында қорғау іс-шараларын негізді таңдауға мүмкіндік береді.

**Қорытынды:** Электромагниттік жағдайды зерттеу кезінде ұсынылған Әдістемені қолдану электромагниттік сәулеленудің аса қауіпті құрамдас бөліктерін анықтауға ғана емес, сонымен қатар қорғаныс іс-шараларының тиімділігін бағалауға да мүмкіндік береді. Атап айтқанда, АЖЖ-пешті қолдану алдында өңдеудің технологиялық процесі үшін ұсынылған қорғау экрандалуы АЖЖ-камерадан 0,5 м – ден 2,5 м – ге дейін аймақта адам болуының қауіпсіз уақытын 10 сағатқа дейін, ал 2,5 м-ден 24 сағатқа дейін ұлғайтады. Осылайша, электромагнитті жағдайды интеграцияланған бақылаудың ұсынылған тәсілін пайдалану нәтижесінде алынған электромагнитті сәулелену қауіптілігінің кеңістіктік көрінісі жұмыс орындарында қауіпсіз болуын қамтамасыз ету, еңбек жағдайларын жақсарту және сауықтыру бойынша тиімді іс-шараларды негізді таңдауға мүмкіндік береді.

## Қорытынды

Адамның электромагнитті сәулеленудің қауіпті әсерінен қорғалуы бірқатар тәсілдер жүзеге асырылады, олардың негізгілері мыналар болып табылады: сәулеленуді тікелей көздің өзінен азайту, сәулелену көзін экрандау, жұмыс орнын экрандау, электромагнитті энергияны сіңіру, жеке қорғаныс құралдарын қолдану, қорғаудың ұйымдастыру шаралары.

Бұл әдістерді іске асыру үшін: экрандар, жұтқыш материалдар, attenuatorлар, баламалы жүктемелер және жеке құралдар қолданылады.

Экрандар толқындарды тарату бағытында электромагниттік өрісті әлсіретуге арналған. Әлсіреу дәрежесі экран конструкциясына және сәулелену параметрлеріне байланысты. Қорғаныс тиімділігіне экран жасалған материал да елеулі әсер етеді.

Экранның қалыңдығы негізінен сәуле шығару жиілігі мен қуатымен анықталады және аз қолданылатын металға байланысты болады.

Экрандау үшін жиі металл тор қолданылады. Торлы экрандар бірқатар артықшылықтарға ие. Олар қарап, ауа ағынын өткізіп, экрандаушы құрылғыларды жылдам қоюға және алуға мүмкіндік береді.

Сіз, бәлкім, АЖЖ-ның тамаққа әсері туралы естуге тура келді, ал миф-бұл немесе шындық біз қазір айтамыз. Ол шын мәнінде микротолқынды әсер ететін молекулалық деңгейде өзгереді. Атомдар ионданудан бастап және өнімдердің құрылымдық құрамының өзгеруіне әкеліп, электрондарды жоғалтады немесе сатып алады. Микротолқынды пеште дайындалған нақты тағамның мысалдарын қарастырайық:

—егер етті қысқа толқында ерітіп немесе дайындасаңыз, онда кейбір канцерогендер қалыптасады;

—мақта қосылған сүт де канцерогендер алады;

—жемістерді немесе көкөністерді АЖЖ-да еріту оларды галактозидтермен және глюкозидтермен қамтамасыз етеді;

—жасыл жібіту нитрилозидтер мен глюкозидтердің ыдырауына әкеледі;

—егер сүтті микротолқынды пеште жылытса, онда амин қышқылдары изомерге айналады (олар ас қорыту жүйесіне зиян келтіреді).

Зерттеу бөлімінде ПЗ-33 аспабымен танысып, АЖЖ пештің зиянын талдап, оны диаграммаға салып көрдік. АЖЖ пештің зиянын көру үшін 4 микротолқынды пешті мысалға ала отырып зерттедік.

Модельдеу бөлімінде АЖЖ электромагниттік өріс энергиясы ағынының тығыздығының өлшенген мәндері COMSOL Multiphysics ортасында жүргізілген электромагниттік сәулеленуді компьютерлік модельдеу жүргізілді.

## Қысқартулар тізбесі

ЭЖ - Электр желілері  
АФЖ - антенна-фидерлік жүйе  
ТРО - Таратушы радиоорталықтар  
АЖЖ - аса жоғары жиілік  
УЖЖ - ультра жоғары жиілікті  
ЭАТ - энергия ағымының тығыздығы  
БС - базалық станциялар  
МРТ - мобильді радиотелефондар  
ЭМӨ - электромагнит өрісі  
ДК - Дербес компьютердің  
ШРЕД - шекті рұқсат етілген деңгейден  
ЭӨ - электр өрісінің  
МӨ - магнит өрісінің  
ЖТШ - Жүгіртпе толқынның шамы  
ЖҚҚ - Жеке қорғану құралдарына  
РТО - радиотаратушы орталықтардан  
АТП - Ағаш-талшықты плита  
ПММА - полиметилметакрилат  
ПВХ - Поливинилхлорид

## Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

- 1 <https://semgu.kz/informacionnye-resursy/vestnika-universiteta-shakarima/>
- 2 Материалы Центра электромагнитной безопасности.
- 3 Савельев И.В. «Курс общей физики», том 2, «Электричество и магнетизм. Волны. Оптика». М. Наука, 1978г.
- 4 Хван Т.А., Хван П.А. Основы экологии. Серия «Учебники и учебные пособия». Ростов н/Д: «Феникс», 2003. - 256с.
- 5 Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов/ Д.А.Кривошеин, Л.А.Муравей, Н.Н.Роева и др.; Под ред. Л.А.Муравья. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 447с.
- 6 <https://ecotestexpress.ru/articles/elektromagnitnye-polya-vysokikh-chastot-i-ikh-istochniki-izluchenie-ot-retranslyatorov-sotovoy-svyaz/>
- 7 <https://lektsii.org/12-81647.html> (Воздействие на человека статических электрических и магнитных полей, электромагнитных полей промышленной частоты, электромагнитных полей радиочастот)
- 8 Семенова Н.В., Денисов А.П., Денисова О.А., Кун О.А., Кузюкова А.В. Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровья детей и подростков (обзор литературы) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6-4. – С. 701-705;
- 9 Банков С.Е., Курушин А.А., Разевиг В.Д. Анализ и оптимизация трёхмерных СВЧ-структур с помощью HFSS М.: СОЛОН-Пресс, 2005. - 216 с.
- 10 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
- 11 Арефьев А.С., Овчаренко М.С. Изучение влияния микроволнового излучения мобильных телефонов на организм человека / А.С. Арефьев, М.С. Овчаренко // Вестник студенческого научного общества СПбГАУ. –СПб., 2012. – С. 252-258.
- 12 Каляда Т. В. Эволюция техногенной электромагнитной обстановки и обеспечение безопасности человека (ретроспективный обзор) // Безопасность жизнедеятельности. – 2011. – № 1. – С. 2–8.
- 13 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.
- 14 Н.И. Задоя Электромагнитная безопасность Учебное пособие «Электроэнергетика и электротехника»
- 15 Ауызша аударма (кітап) – оқу құралы. Авторы – Ә. Тарақов. «Қазақ университеті» баспасы. Алматы,-2009 ж.

16 Шевченко В.В. Плавные переходы в открытых волноводах. М.: Наука, 1969.- 191 с.

17 Ефимов И.Е. Радиочастотные линии передачи. М.: Сов.Радио, 1964.-600с.

18 <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-materialy-i-sposoby-zaschity-biologicheskikh-obektov-ot-vozdeystviya-elektromagnitnyh-poley-i-izlucheniya/viewer> (Современные материалы и способы защиты биологических объектов от воздействия электромагнитных полей и излучений)

19 [http://www.mstu.edu.ru/science/conferences/11ntk/materials/section17/section17\\_11.html](http://www.mstu.edu.ru/science/conferences/11ntk/materials/section17/section17_11.html) (Воздействия электромагнитного СВЧ-поля на организм человека)

20 [https://www.elremont.ru/svch/bt\\_rem19.php](https://www.elremont.ru/svch/bt_rem19.php) (Влияние СВЧ излучения на биологические объекты).

21 Н.П. Воробьев, Е.В. Титов, И.Е. Мигалев. Оценка состояния электромагнитной обстановки в помещениях. Энергообеспечение и энерготехнологии. Вестник КрасГАУ. 2013. №1.с.134-138.