

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ФИЗИКА-ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТІ

**«ФИЗИКАДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР: ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ  
ИНТЕГРАЦИЯСЫ»**

Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары

**«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ФИЗИКЕ: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ И  
ОБРАЗОВАНИЯ»**

Материалы международной научной конференции

**«MODERN TRENDS IN PHYSICS: INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION»**

Materials of the international scientific conference

**Астана, 2024 ж**

ОӘЖ 53.(075)  
Н90

**Редакциялық кеңес:**

Е.Б. Сыдықов, С.Б.Мақыш, Ж.М.Құрманғалиева, Д.Р.Айтмағамбетов,  
Л.Т.Нуркатова, Н.Г.Айдарғалиева

**Ә43 Физикадағы заманауи тенденциялар: ғылым мен білім интеграциясы:**  
Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары (2024 жылдың 23 ақпаны, Астана, Қазақстан). – Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2024. – 555 б.

**ISBN 978-601-337-957-9**

**«ФИЗИКАДАҒЫ ЗАМАНАУИ ТЕНДЕНЦИЯЛАР: ҒЫЛЫМ МЕН БІЛІМ ИНТЕГРАЦИЯСЫ»** атты Халықаралық ғылыми-теориялық конференция материалдар жинағына кәсіптік-техникалық білім беруді жетілдіруде «Космологияның қазіргі мәселелері», «Техниканың дамуындағы физиканың рөлі», «Ядролық физика, жаңа материалдар мен технологиялар», «Радиоэлектроника мен телекоммуникацияның қазіргі даму тенденциялары», «Ғарыштық техника мен технологияларды дамытудың озық бағыттары», жоғары оқу орындарындағы кәсіби педагогика проблемалары «Университетте физика және астрономия білімінің даму тенденциялары», «Орта мектепте физиканы оқытудың тиімді педагогикалық технологиялары», «Жаратылыстану пәндері бойынша мұғалімдерді даярлау жүйесіндегі инновациялар», «Қазіргі ақпараттық және коммуникациялық технологиялар» және оларды шешу әдістері мен жолдары қарастырылған мақалалар жарияланған.

ОӘЖ53.(075)

КБЖ 22.3я73

**ISBN 978-601-337-957-9**

© Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, 2024

O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> газ жұптары үшін өткізгіштік коэффициенті мен селективтілік көрсеткішінің корреляциясы

Негізгі міндеттері болып газ қоспаларын мембраналық тазарту технологиясын түбегейлі жетілдіру, техника-экономикалық және биологиялық тазалау процесінің сипаттамасына мүмкіндік беріп, сонымен бірге толық тазалау проблемасын шешу болып табылады.

Зерттеу нәтижелері:

1. Газ қоспаларын полимерлік мембрана арқылы тазартудың технологиялық артықшылықтары ғылыми негізделді және эксперименттік моделденді;
2. Газды тазартудың әзірленген әдісі табиғатқа зиянды газдарды шығаратын өнеркәсіп орындарында, алдын ала тазарту аясында қолданылуы мүмкін;
3. Полимерлік мембраналардың негізгі қасиеттері арқасында газдардың тиімді тазарту жолдары мен принциптері қарастырылды.

#### **Қолданылған әдебиеттер**

1. Дытнерский Ю.И., Брыков. В.П., Каграманов Г.Г. Мембранное разделение газов. М.: Химия, 1991. –344 с.
2. Л.А. Николаева. Водоподготовка на тепловых электростанциях. Мембранные технологии. Учебное пособие. Челябинск. г. 2015
3. Basic Principles of membrane technology . Marcel Mulder. Center for membrane Science and Technology. 1997.

### **РАДИОЭЛЕКТРОНИКА МЕН ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯНЫҢ ҚАЗІРГІ ДАМУ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ / СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ**

**Т. Қ. Кеңес<sup>1</sup>, К.М. Маханов ф.-м.ғ.к.<sup>2</sup>, Н.А. Бурамбаева т.ғ.к.<sup>3</sup>, Құттыбек А.А. магистр<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың магистранты, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

<sup>3</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың доценті, Астана, Қазақстан

<sup>4</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

### **РАДИОЖҰТҚЫШ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ПАРАМЕТРЛЕРІН АЖЖ ДИАПАЗОНЫНДА ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕМЕСІ**

**Аңдатпа.** Мақалада радиожұтқыш материалдарды АЖЖ диапазонында зерттеу әдістемесі және материалдарды қолданысқа сай етіп дайындау жолы көрсетілген. Белгіленген нысан бойынша зерттеу құрылғысы орыналастырылып, 78-118 ГГц аралығында үлгілердің радиофизикалық параметрлері қарастырылды.

Негізгі радиожұтқыш материал ретінде графит бөлшектері алынып, кез келген бетке бекіту мүмкіндігін шешу мақсатында эпоксид шайыры қолданылған. Жұмыста тиімді эпоксид шайыр қалыңдығына зерттеу жүргізіліп, тандалған эпоксид шайырына графит араластыру арқылы зерттеу объектісі алынған. Қолданылатын әдістеме бойыша, зерттеу объектісіне

өлшеулер орындалып, тиісті нәтижелер алынып, оларға талдау жүргізілді. Алынған нәтижелерді салыстыру барысында, зерттеу объектісінің электромагниттік сәулелерді кең диапазонда өткізбейтіндігі анықталды.

**Кілт сөздер.** *Радиожұтқыш материалдар, АЖЖ диапазон, электромагниттік толқындардың жұтылуы, графит, аттенюатор, АЖЖ генератор, каллориметр, рупорлық антенна.*

**Кіріспе:** Қазіргі заманғы радиоэлектрондық аппаратураның дамуы, әсіресе аса жоғары жиілік (АЖЖ) саласында, адамға теріс әсер ететін және радиотехникалық жабдықтың тиімді жұмысына кедергі келтіретін ғаламдық электромагниттік ластану мәселесін өзектендіреді. Сәйкесінше, радиолокациялық құрылғылардан жасырыну және сыртқы электромагниттік сәулеленуден (ЭМС) стратегиялық объектілердің электромагниттік қауіпсіздігін қамтамасыз етудің маңыздылығы арта түседі. Сонымен қатар, ЭМС-дің әртүрлі көздерінің саны едәуір артып (ақпараттық жүйелер, байланыс жүйелері, навигация және т.б.), қолданылатын жиілік диапазоны кеңейіп келе жатқандықтан, жиіліктің кең диапазонында электромагниттік сигналдардың әсерінен қорғану мәселелері күрделенуде [1, б. 161].

Радиожұтқыш материалдар (РЖМ) аталған мәселелерді шешудің бір құралы болып табылады. Радиожұтқыш материалдар деп, радиотолқынды сәулеленуді жұтуға немесе әлсіретуге қабілетті материалдарды атайды [2, б. 336]. Мұндай материалдарды ферриттер [2, б. 337], металл қорытпалары [3, б. 2], графит [4, б. 32], көміртекті нанотүтікшелер [5, б. 669] және радиотолқынды сәулеленуді жұтуға немесе шағылыстыруға қабілетті басқа компоненттер арқылы жасауға болады.

Мақалада РЖМ зерттеу объектісі ретінде графит бөлшектері қарастырылған. ЭМС-ден қорғаушы РЖМ болып табылатын графит бөлшектері экономикалық жағынан тиімді және физикалық мінездемелері бойынша қолайлы. Қарастырылып отырған зерттеу жұмысының мақсаты, графит бөлшектерін РЖМ ретінде қолданудың тиімді әдісін әзірлеу, оңтайландыру жолдарын қарастыру және дайын материалда ЭМС жұтылуын өлшеу әдістемесін құрастыру.

### **Зерттеу объектілері мен әдістері**

РЖМ-дар экрандалатын объектілердің ішіндегі радио толқындарының шағылысуын азайтуға, сондай-ақ электр герметикалығын қамтамасыз етуге арналған. [1, б. 165]

РЖМ-ға радиофизикалық зерттеулерді жүргізу қадамдары келесідей:

- материалдарды таңдау;
- үлгілерді синтездеу және дайындау;
- физикалық өлшемдер;
- жұтуды зерттеу тәжірибелері;
- деректерді модельдеу және талдау;
- нақты ортадағы сынақтар;
- оңтайландыру және жақсарту.

Зерттеу қадамдары бойынша радиожұтқыш материалдарды талдау бірқатар әдістер мен сипаттамаларды қамтиды:

- электромагниттік қасиеттер: материалдың белгілі бір жиіліктегі электромагниттік толқындарды жұту немесе шағылыстыру қабілетін зерттеу;
- жиілік сипаттамалары: материал радио толқындарын жұтуға тиімді болатын жиілік диапазонын анықтау;
- жұтылу параметрі: материалдың белгілі бір жиіліктегі радиотолқындарды қаншалықты тиімді жұтатынын өлшеу;
- қалыңдығы мен пішіні: радиотолқындарды жұтудағы максималды тиімділік үшін материалдың оңтайлы қалыңдығын немесе пішінін анықтау;
- беріктігі мен қолданылу ұзақтығы: материалдың механикалық қасиеттерін, оның қоршаған ортаға және тозуға төзімділігін бағалау;

- нақты салаларда қолдану: радиотехникада, әскери салада, медицинада және басқа салаларда материалдың қолданылу мүмкіндігін зерттеу.

Жоғарыда көрсетілген сипаттамаларға сәйкес мәселенің шешімі ретінде қасиеті жағынан РЖМ-дар қатарына кіретін графит бөлшектерін ұсына аламыз. Аталмыш РЖМ-ды (графит) ЭМС-де қорғауды қажет ететін бетке бекіту немесе қолданыс ыңғайлығын арттыру мақсатында эпоксидті шайырмен араластырдық. Эпоксидті шайыр ЭМС-ден қорғауды қажет еткен бетке оңай жабысады және бетке әсер ететін түрлі қысымдарға төзімді болып табылады [6, б. 4114]. Таңдап алынған материалдар (графит, эпоксид шайыр) экономикалық тұрғыдан тиімді.

Келесі кезекте зерттеу үлгілерін дайындау және тиімді үлгіге жету мақсатында синтездеу жасалады. Зерттеу тазалығы және нақты РЖМ зерттеу үлгісіне жету үшін эпоксидтік шайырдың тек өзін әртүрлі қалыңдықта дайындап, жұту зерттеулері жүргізілді. Сынама үлгілері 5 мл, 10 мл және 15 мл көлемдегі эпоксид шайырын тегіс бетке жаю (жағу) арқылы дайындалады. Жайылған эпоксид шайырының қалыңдығын анықтау және ЭМС-дің жұтылуына сынақ жүргізу ыңғайлығы үшін тегіс бет ретінде 9,5x6 см өлшемді шыны алынды. Тәжірибе тазалығын сақтау мақсатында өлшемдері белгілі шыны бетпен де ЭМС-ді өткізбеу өлшем сынағы орындалады.

Келесі формула арқылы 9,5x6 мм шыны бетке жағылғандағы қалыңдық есептеледі:

$$V = abc \quad (1)$$

мұндағы,  $a$  - эпоксид шайырдың шыны бетке жағылу ұзындығы,  $b$  - эпоксид шайырдың шыны бетке жағылу ені,  $c$  - эпоксид шайырдың шыны бетке жағылу қалыңдығы ( $h$ ).

Онда эпоксид шайырдың бетке жағылу қалыңдығы:

$$h = \frac{V}{ab} \quad (2)$$

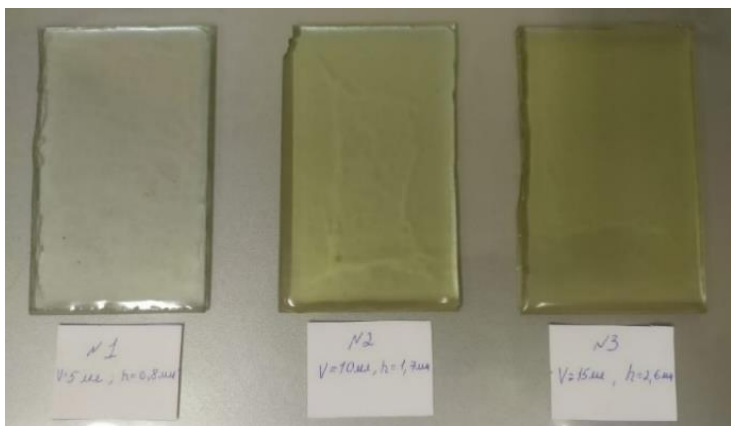
Онда 2 формула бойынша зерттеу объектісінің құрамдас бөлігі эпоксид шайырларының қалыңдықтары төмендегідей.

5 мл эпоксид шайыр үшін:  $h_1 = 0,8$  мм

10 мл эпоксид шайыр үшін:  $h_2 = 1,7$  мм

15 мл эпоксид шайыр үшін:  $h_3 = 2,6$  мм

Алынған эпоксид шайырлары шыны бетіне төселді. Дайын объект кептіріліп, өлшемдер жүргізуге дайындалды. Белгі ретінде 1, а - суретте көрсетілгендей зерттеу объектісі №1, №2, №3 атаулары берілді. Өлшеу жүргізіліп қалыңдығы тиімді деп таңдап алынған эпоксид шайырының көлеміне графит бөлшектері араластырылды. Осындай 1,ә – суретте көрсетілгендей тәсілмен графитті ЭМС-ден қорғауды қажет ететін бетке оңай орналастыруға болады.



а)



ә)

Сурет 1 – а) дайын бетке орналасытырылған эпоксид шайырлары;  
ә) графит қосылған эпоксид шайыр

Радиожұтқыш материалдарды зерттеу олардың электромагниттік қасиеттерін, құрамын, құрылымын және басқа сипаттамаларын талдауға мүмкіндік беретін әртүрлі әдістерді қамтиды. Кейбір зерттеу әдістеріне мыналар жатады:

- жұту коэффициентін өлшеу: материалдың әртүрлі жиіліктердегі радиотолқынды сәулеленуді жұту қабілетін бағалау;

- электромагниттік сынақтар: материалдың құрамы мен құрылымына байланысты электромагниттік өтімділікті немесе жұтылуды өлшеу үшін арнайы жабдықты пайдалану;

- физикалық сынақтар: материалдың радиотолқындарды жұту қабілетіне әсер етуі мүмкін жылу өткізгіштігін, электр өткізгіштігін және басқа физикалық сипаттамаларын өлшеу сияқты;

- компьютерлік модельдеу: материалдың құрылымы мен құрамына негізделген радио жұту сипаттамаларын болжау және талдау үшін компьютерлік бағдарламалар мен математикалық модельдерді қолдану.

Зерттеу құрылғысын орналастыру, электромагниттік және физикалық сынақтар әдістемесіне сәйкес жүргізіледі [4, б. 33]. Өлшемдер жүргізу үшін қажетті негізгі және қосалқы құрылғылар:

- бекітілген зерттеу жиіліктеріндегі ЭМТ генераторы;  
- бекітілген зерттеу жиіліктеріндегі ЭМТ генераторынан шыққан радиотолқындардың қуатын басқарушы аттенюатор;

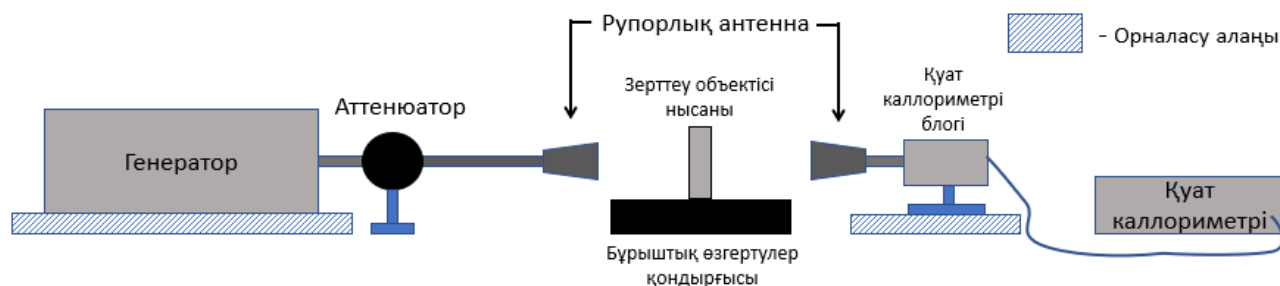
- таратушы және қабылдаушы антенна;

- зерттелетін объектіні бекіту нысаны;

- нысанды белгілі бұрышқа бұру қондырғысы;

- өлшемдерді тіркеуші - қуат каллориметрі.

Аталған құрылғыларды зерттеу үшін құрылымдық түрде 2 - суретте көрсетілгендей орналастырамыз.



Сурет 2 – РЖМ жұту шамаларына зерттеу жүргізу алаңы құрылымы

Радиожұтқыш материалдың ЭМС жұту шамаларына зерттеу жүргізудің негізгі параметрлері:

- зерттеу 78,5 – 118 ГГц аралығында, нақты қадаммен 78,5 ГГц, 98 ГГц және 118 ГГц жиіліктерінде жүргізіледі;

- антенноаторлық әлсірету 5-25 дБ аралығында 5 дБ қадаммен;

- каллориметрде ЭМС қуатын тіркеу дБм жүргізіледі;

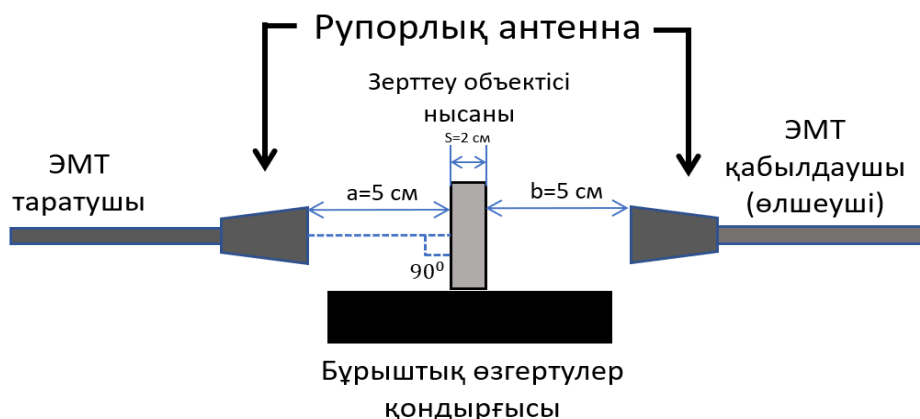
- нысан мен таратушы антенна арасындағы қашықтық  $a=5$  см;

- зерттеу объектісі орналасқан нысан қалыңдығы  $S=2$  см;

- нысан мен қабылдаушы антенна арасындағы қашықтық  $b=5$  см;

- таратушы антенна мен нысан жазықтығы арасындағы алғашқы беттік түсу бұрышы  $90^0$ .

РЖМ жұту шамаларына зерттеу жүргізу алаңын бекітілген параметрлер бойынша 3 - суретте көрсетілгендей орналастыру қажет. Штангенциркуль қолдана отырып рупорлық антенна мен нысан арасындағы арақашықтықтарды дәлдікпен қоямыз.



Сурет 3 – Параметрлер бойынша қондырғыны орналастыру

Бекітілген параметрлер бойынша РЖМ жұту шамаларын зерттеуге қолданылатын АЖЖ құрылғылар:

- сигнал генераторы Г4-183М жиілік диапазоны 78.33 - 118.1 ГГц
- аттенюатор тікелей есептелетін өлшеу АП-20 диапазоны 78.33-118.1 ГГц
- рупорлық тікбұрышты антенна жиілік диапазоны 78.33-118.1 ГГц
- калориметриялық қуат өлшегіш М1 - 25 М/03 жиілік диапазоны 78.33-118.1 ГГц

Зерттеу жұмысында қолданылатын құрылғылар бекітілген параметрлер мен құрылымдық сызбаны сақтай отырып 4 - суретте көрсетілгендей етіп орналастырылды.

Сынама объектілері бекітілетін нысан және объектіні бекіту диэлектрик материалдар көмегімен жүргізіледі.



Сурет 4 – РЖМ жұту шамаларына зерттеу алаңы

### Зерттеу нәтижелері

Зерттеу өлшеулері 78,5 ГГц, 98 ГГц және 118 ГГц жиіліктерінде жүргізілді. Алғашқы өлшеу ешқандай өлшеу объектісіз (бос кеңістікте) екі антеннаның бекітілген қашықтығында орындалды. Ең алдымен аттенюация деңгейі 25 дБ қойылып, 5 дБ қадаммен ашылып отырды. Алынған нәтижелерді 1-кестеден көруге болады.

Кесте 1

Бос кеңістіктегі өлшеулер

f, МГц	Рөлшеу, дБм				
	A=25 дБ	A=20 дБ	A=15 дБ	A=10 дБ	A=5 дБ

78500	-26,98	-23,97	-22,22	-17,95	-13,01
98000	-25,23	-21,55	-17,95	-13,19	-8,15
118000	-26,98	-23,97	-22,22	-17,69	-12,59

Нәтижелерді талдау жеңілдігі үшін 1 - кесте негізінде OriginPro бағдарламасында 1-график құрылды. Нәтижелерге қарай отырып келесі өлшеулерді 5 дБ аттенюация шамасында жүргізуге болатындығын байқай аламыз.

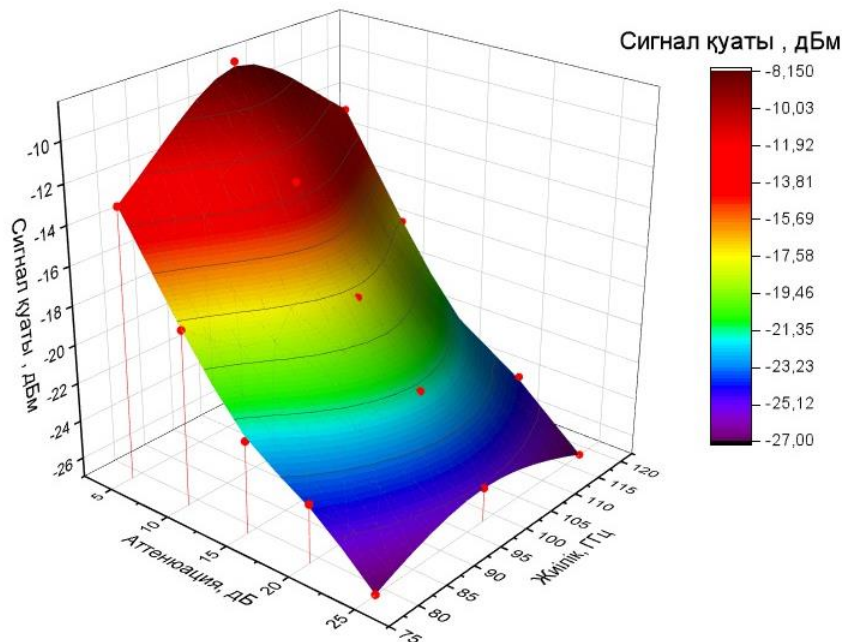


График 1 – Бос кеңістіктегі өлшеулер

Келесі кезекте зерттеу тазалығы және нақты РЖМ зерттеу үлгісіне жету үшін эпоксидті шайырдың тек өзіне жұту зерттеулері жүргізілді. Қалыңдығы 0,8 мм, 1,7 мм, 2,6 мм болатын эпоксид шайырына, 5 дБ аттенюациялық әлсірету деңгейінде, 78,5 ГГц, 98 ГГц, 118 ГГц жиіліктерінде жұту сынамалары өткізілді. Тәжірибе тазалығын сақтау мақсатында белгілі көлемдегі шыны бетті де (эпоксид шайыр қалыңдығы 0 мм) ЭМС өткізбеу өлшем сынағы орындалды. Алынған нәтижелерді 2-кестеден көруге болады.

Кесте 2

Эпоксид шайыры қалыңдықтарына өлшеулер

f, МГц	Рөлшеу, дБм			
	0 мм	0,8 мм	1,7 мм	2,6 мм
78500	-16,58	-16,58	-16,98	-19,59
98000	-13,19	-14,94	-12,37	-13,67
118000	-18,54	-16,98	-17,69	-18,54

Нәтижелерді талдау жеңілдігі үшін 2 - кесте негізінде OriginPro бағдарламасында 2-график құрылды. Нәтижелерге қарай отырып РЖМ зерттеу үлгісін жасауға тиімді эпоксид шайырдың қалыңдығы 1,7 мм-ді бекітеміз және келесі жасалынатын РЖМ зерттеулерге осы қалыңдықты ұсынамыз. Ұсыныстың негізі ретінде эпоксид шайырдың габаритті орташа қалыңдығын (қолданысқа ыңғайлы) және РЖМ-нің негізгі қасиеттің зерттеуге кедергі жасамайтындығын (жиіліктерде жақсы өткізетіндігін) айта аламыз.



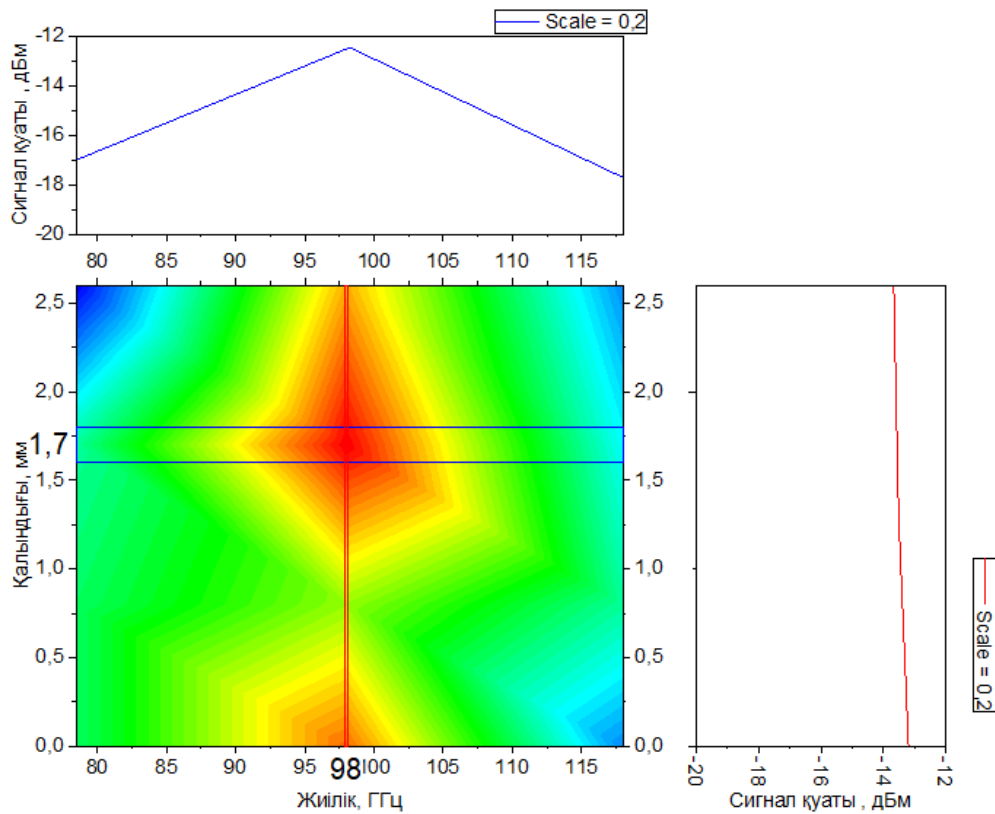


График 2 – Тиімді эпексид шайыры қалыңдығына өлшеулер

Таңдалған көлемдегі эпексид шайырымен графит бөлшектерін 1/3 қатынасында араластыра отырып ЭМС өткізбейтін материалды дайындаймыз. Дайындалған объектіні зерттеу жүргізу алаңының нысанына орналастырып, өлшеулер жүргіземіз. Өлшеу бекітілген жиіліктерде, 5 дБ аттенюациялық әлсірету шамасында жүргізілді. Алынған нәтижелерді бос кеңістіктегі және таңдалған эпексид шайырындағы өлшем нәтижелерімен 3-графикте салыстырамыз.

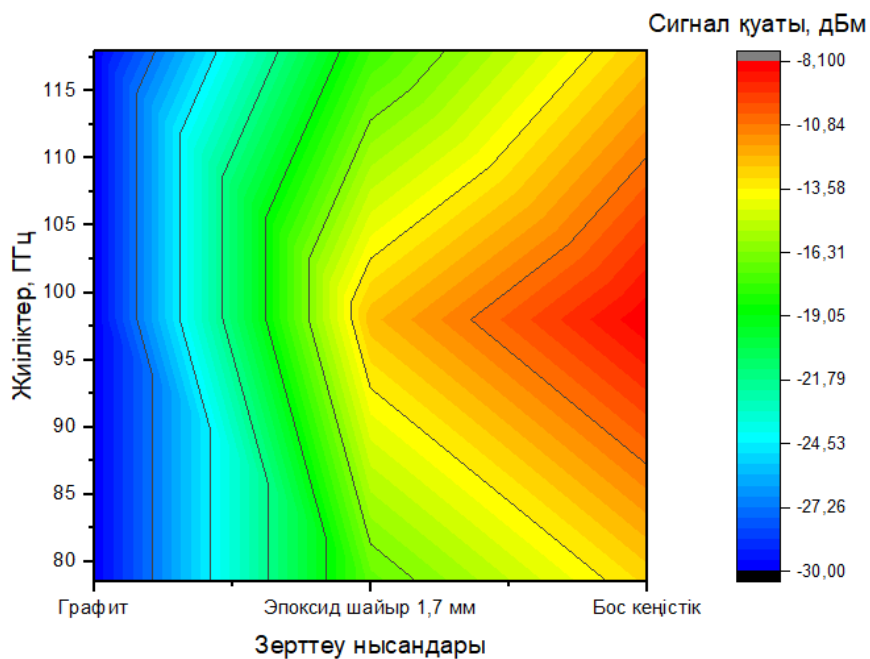


График 3 – Зерттеу нысандарын салыстыру

Нәтижелерге назар аударсақ, эпоксид шайыры қосылған графит белгіленген жиіліктерде, 5 дБ аттенюацияда (жуық шамамен 100% ашық) -30 дБм мәнінде болғанын бақылай аламыз. Бұл құрылғылар өлшей алатын және шығара алатын ЭМТ деңгейін, әзірленген материал толықтай өткізбейді деген қорытындыны береді.

#### **Әдебиеттер:**

1. Островский О. С., Одеренко Е. Н., Шматько А. А. Защитные экраны и поглотители электромагнитных волн // Физическая инженерная поверхность. – 2003. – Т. 1, № 2. – С. 161-173.
2. Крюков А.В., Еремеев А.С. Новые радиопоглощающие гибкие материалы на основе углеродной матрицы с различными синтетическими наполнителями и оценка их поглощающих свойств в СВЧ диапазоне. РЭНСИТ, 2020, 12(3): 335-340.
3. Горшенев В. Н., Колесов В. В., Фионов А. С., Эрихман Н. С. Многослойные покрытия с изменяемыми электродинамическими характеристиками на основе наполненных полимерных матриц // Журнал радиоэлектроники, ISSN 1684-1719. – 2016, №11. – С. 1-18
4. Семенец В. В., Стыщенко Т. Е. Разработка материала для защиты медицинского персонала от воздействия излучения // Восточно-Европейский журнал передовых технологий ISSN 1729-3774. – 2016. – Т. 80, № 2/5. – С. 30–37.
5. Быченко Д. С., Каныгин М. А., Окотруб А. В., Шуба М. В., Поддубская О. Г., Плющ А. О., Кужир П. П., Максименко С. А. Анизотропия электромагнитных свойств полимерных композитов на основе многослойных углеродных нанотрубок в гигагерцовом диапазоне частот // Письма в ЖЭТФ. – 2011. – Т. 93, №10. – С. 669-673
6. P. Kuzhir, A. Paddubskaya, D. Bychanok, A. Nemilentsau, M. Shuba, A. Plusch, S. Maksimenko, S. Bellucci, L. Coderoni, F. Micciulla, I. Sacco, G. Rinaldi, J. Macutkevici, D. Seliuta, G. Valusis, J. Banys. Microwave probing of nanocarbon based epoxy resin composite films: Toward electromagnetic shielding // Thin Solid Films. – 2011. – Vol. 519, Issue 12. – P. 4114-4118.

**С.Е. Кеңесбеков<sup>1</sup>, К.М. Маханов ф.-м.ғ.к.<sup>2</sup>, Н.А. Бурамбаева т.ғ.к.<sup>3</sup> Бегимова А.Ж.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың магистранты, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

<sup>3</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың доценті, Астана, Қазақстан

<sup>4</sup>Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасың аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

### **СУБМИЛЛИМЕТРЛІК ДИАПАЗОНДА МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ШАҒЫЛДЫРУ ЖӘНЕ ЖҰТУ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІҢ ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ҚОНДЫРҒЫ**

**Аңдатпа.** Мақалада радиофизикалық параметрлерді зерттеу үшін субмиллиметрлік диапазондағы қондырғының құрылуы баяндалған. Қондырғыда қолданылатын антеннаның бағытталу диаграмасы құрылып, зерттеу нысанын тиімді орналасу арақашықтығы есептелді.

**Кілт сөздер.** Субмиллиметрлік диапазон, бағытталу диаграммасы, электромагниттік толқындардың жұтылуы, аттенюация, электромагниттік толқындардың шағылуы.