

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

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. Macutkevic, 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.

**Кіріспе:** Аса жоғары жиілікті (АЖЖ) толқындар ерекше қасиеттерінің болуына байланысты, заманауи технологиялардың ажырамас бөлігіне айналды. АЖЖ зерттеудің негізгі бағыттарының бірі - электромагниттік сәулеленудің (ЭМС) әртүрлі материалдарға әрекет етуі.

Бұл әрекеттесу электромагниттік сәуле энергиясын жұту, шағылдыру, сындыру және шашыратумен қоса алғанда, бірқатар физикалық процестер арқылы көрініс табады. Материалдың диэлектрлік өтімділігі, оның өткізгіштігі және құрылымдық ерекшеліктері АЖЖ сәулеленуге ерекше реакцияларды анықтайтын маңызды фактор болып табылады.

Аса жоғары жиілікті диапазон радиожиіліктердің кең спектрін қамтиды және оны материалдармен өзара әрекеттесу ерекшеліктері бар бірнеше ішкі диапазондарға бөлуге болады. Атап айтатын болсақ:

- метрлік (10 - 1 м);
- дециметрлік (100 - 10 см);
- сантиметрлік (10 - 1 см);
- миллиметрлік толқындар (10 - 1 мм);
- субмиллиметрлік толқындар (1 - 0,1 мм) [1, б. 2].

Осы ішкі диапазондардың әрқайсысында материалмен өзара әрекеттесудің өзіндік ерекшеліктерін ажыратуға болады. Сонын ішінде субмиллиметрлік көздер мен толқын өткізгіштердің дамуы аса жоғары жиілікті жүйелердің дамуына жол ашты. Атап айтқанда, көлік қауіпсіздігінде, байланыс құралдарында, медициналық диагностикалық жабдықтарда және т.б. салаларда.

Субмиллиметрлік сәулеленудің негізгі қасиеттерінің бірі – ішке ену қабілетінің жоғарылығы. Атап айтқанда, спектрдің көрінетін бөлігінде жарық үшін мөлдір емес өткізбейтін материалдарға ену мүмкіндігі. Мұндай материалдардың мысалдары мата, қағаз, пластмасса, адам матасы және көптеген органикалық қосылыстар болуы мүмкін.

Субмиллиметрлік тербелістердің энергиясы төмен, сондықтан олардың иондаушы әсері жоқ, осыдан адамдар үшін қауіпсіз. Субмиллиметр диапазонындағы химиялық және биологиялық заттардың көпшілігі оларды анықтауға болатын спектрдің ерекше құрылымына ие екендігі анықталды. Демек, субмиллиметрлік диапазондағы сәулелену медицинада, материалтануда, өңдеу өнеркәсібінде және қауіпсіздік құралдарында кеңінен қолданылатын тікелей әрекетсіз бақылауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді [2, б. 140]. Мұның бәрі радиожиіліктерде мөлдір болатын жаңа материалдарды жасау және радиофизикалық параметрлерді зерттеу қажеттілігін тудырады.

Мақалада радиофизикалық параметрлерді зерттеу үшін субмиллиметрлік диапазондағы қондырғыны құрастыру мәселелері қарастырылды.

Мақалада қарастырылатын жұмыстың мақсаты – субмиллиметр диапазонында радиотолқындардың жұтылуын және шағылуын зерттеуге арналған қондырғы құру, оны неғұрлым тиімді қолдану жолдарын зерттеу.

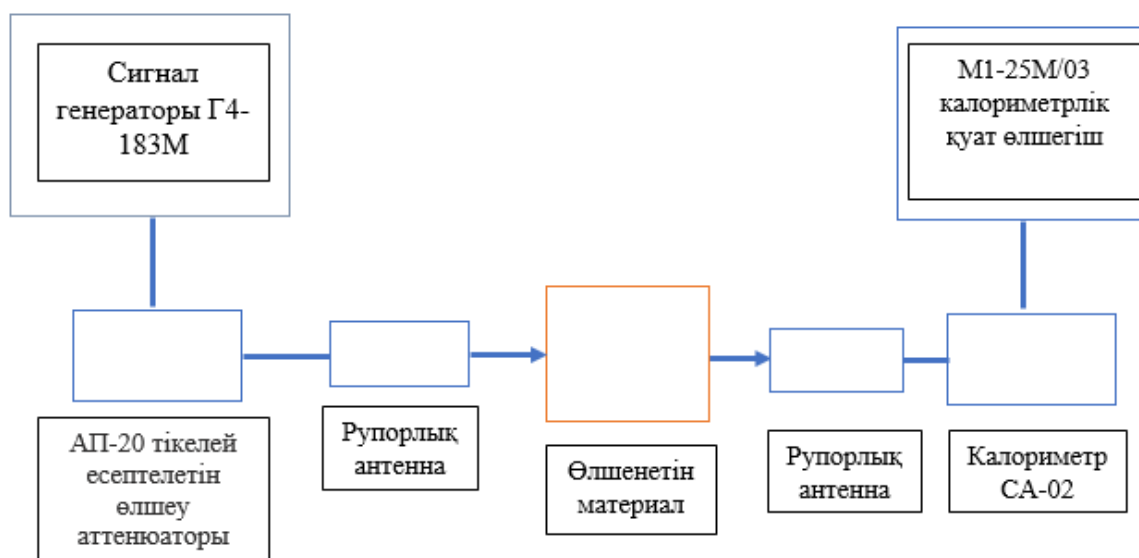
Зерттеу нәтижелерінің практикалық маңыздылығы, қондырғы медицинадағы және өндірістегі биологиялық объектілер үшін қорғаныс экрандарын жасау кезінде қолданылатын радиожұтқыш материалдардың тиімділігін зерттеумен, сондай-ақ әскери мақсаттағы объектілердің жасырынуын қамтамасыз ету мүмкіндіктерімен байланысты.

### **Зерттеу объектілері мен әдістері**

Субмиллиметр диапазонында радиотолқындардың жұтылуын және шағылуын зерттеу қондырғысында қолданылатын негізгі құрылғылар:

- Г4-183М сигнал генераторы. Жиіліктер диапазоны 78.33 - 118.1 ГГц [3].;
- АП-20 аттенюаторы;
- рупорлық тікбұрышты екі антенна;
- М1 - 25 М/03 калориметриялік қуат өлшегіш [4].

Зерттеу қондырғысын құрастыру үшін, алдымен құрылымдық сұлбасы құрастырылды. Құрылғыларды 1 - суретте көрсетілгендей орналастырамыз.



Сурет 1. Эксперименттік қондырғының құрылымдық сұлбасы

Зерттелетін материалдың радиофизикалық параметрлерін анықтау үшін және өлшеу нәтижелеріне сенімділікті қамтамасыз ету мақсатында эксперименттік қондырғының электродинамикалық, геометриялық және жиіліктік сипаттамалары арасындағы оңтайлы қатынастарды анықтау қажет.

Бос кеңістіктегі радиожұтқыш материалдардың сипаттамаларын зерттеу барысында қондырғының өлшеу қабілетін арттыру үшін әртүрлі әрекеттер жасау мүмкіндігін қамтамасыздандыру керек. Мысалы, жұтылу қабатына (зерттелетін материал) түсетін электромагниттік толқынның түсу бұрышын, генератор жиілігін және поляризациясын өзгертуін қамтамасыз ету.

Эксперименттің нәтижелерінің сенімділігін қамтамасыз ету үшін келесі шарттарға назар аудару маңызды. Эксперимент барысында сыртқы бөгеттеуші тербелістердің әсері болмау керек. Эксперимент кезінде метеорологиялық жағдайларды ескеру маңызды. Олар жұмыстың осы түрі үшін анықталған нормативтік мәндерге сәйкес келуі керек [5, б. 33].

Жоғарыда айтылған шарттарды ескере отырып эксперименталды қондырғыны зертханалық бөлмеде жинадым. Құралдардың бір деңгейде орналасуы, әрі тұрақты тұруы үшін Г4-183М сигнал генераторы және СА-02 калориметр арнайы тұрақты бекіткіштерге орнатылды.

Электромагниттік толқынның зерттелетін материалға түсу бұрышын зерттелетін үлгіні ось айналасында айналдыру арқылы өзгерту мүмкіндігі қарастырылды. Зерттелетін материалды бұру үшін Standa фирмасының моторлы айналмалы платформасы қолданылды. Айналу бұрышының дәлдігі 0,6° шамасына сәйкес келеді [6].

Зерттелінетін материалды қажетті орынға орналастыру үшін арнайы бекіту нысаны әзірленді. Осы нысан, кейін, айналмалы платформаға орнатылды. Бекіту нысанының құрастыру кезінде материалдың тік 90° орналасуын, және сонымен қатар жеңіл түрде басқа материалмен алмастырылуы мүмкіндігі ескерілді. Зерттелетін материалды бекіту нысаны, эксперименттік нәтижелерге ауытқу енгізбеу үшін арнайы диэлектрлік материалдан жасалды.

Өлшеу дәлдігі сенімді және жоғары болу үшін қондырғының құрылымына кіретін барлық бөлік құралдары біркелкі оське келтірілген және бір деңгейде орналастырылған болуы аса маңызды. Толық құрастырылып, жинақталған қондырғының түрі 2-суретте көрсетілген.



Сурет-2. Толық құрылған субмиллиметрлік диапазондағы қондырғы

### Зерттеу нәтижелері

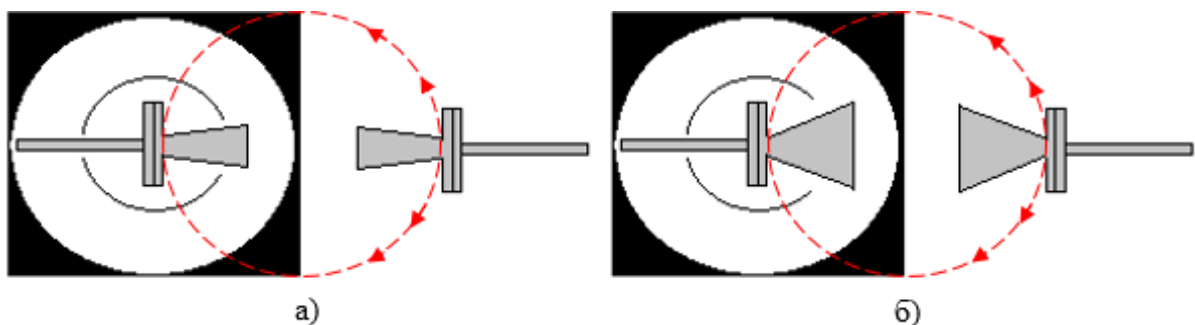
Құрылған қондырғы құрамында қолданылатын рупорлық антенналардың сәулелену және қабылдау бұрышы үлкен емес. Сондықтан қолданылатын рупорлық антеннаның бағытталу диаграммасын табу маңызды [7, б. 177].

Бағыт диаграммасы - бұл антеннаның бағытқа байланысты кеңістіктегі ЭМТ әрекеттесуінің графикалық бейнесі. Бағытталу диаграммалары радиотехникада, байланыста, радиолокацияда, сымсыз технологияда және электромагниттік сәулелену бағытын тиімді басқару маңызды басқа салаларда кеңінен қолданылады [8, б. 196].

Бағытталу диаграммасын құру энергияның әртүрлі бағытта қалай тарайтынын және антенна сәулесінің ені туралы, яғни антеннаның күшейтудің жоғары деңгейін қамтамасыз ететін бұрыштық диапазоны туралы ақпарат береді [9, б. 25].

Қолданып отырған рупорлық антенналардың бағытталу диаграммаларың алу үшін, олар 3-суретте көрестейгендей орналастырылды. Өлшеу кезінде антенналар арасында кедергілер болмауы керек. Зерттеу жұмыстары 98 ГГц жиілігінде жүргізілді. Аттенюация деңгейі 5 дБ қойылып, «Standa» айналмалы платформасы арқылы қабылдаушы антеннаны 3-5° қадаммен бұрып отырып өлшеу жүргізілді.

Өлшеу жазықтығын өзгерту үшін антенналарды 90°-қа бұрып, өлшеу жұмыстары қайталанады.



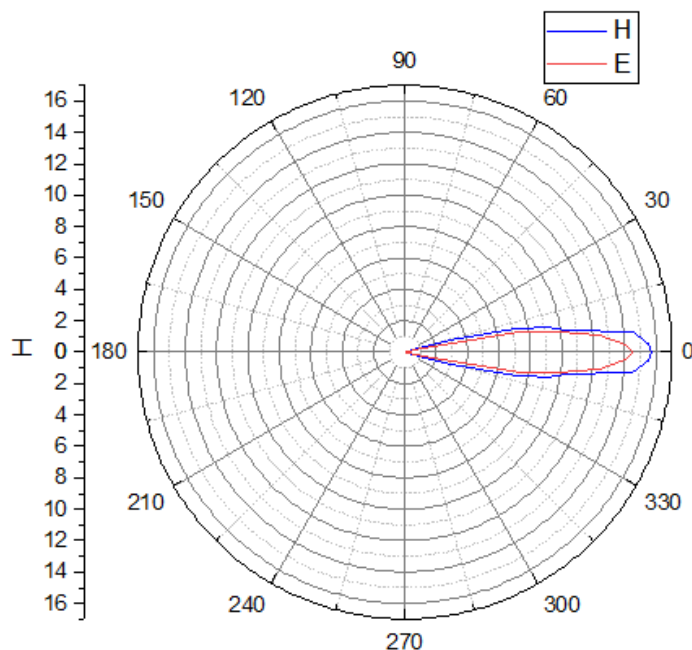
Сурет-3. Бағытталу диаграммасын алуға антенналардың Е (а) және Н (б) жазықтықта өлшеу схемасы

Қабылдаушы антенна бұрышын өзгерте отырып алынған Е және Н жазықтықтағы өлшеулер нәтижелері 1-ші кестеде көрсетілген. Алынған мәндер негізінде OriginPro бағдарламасында сурет-4 көрсетілген бағытталу диаграммасы құрылды.

Кесте 1

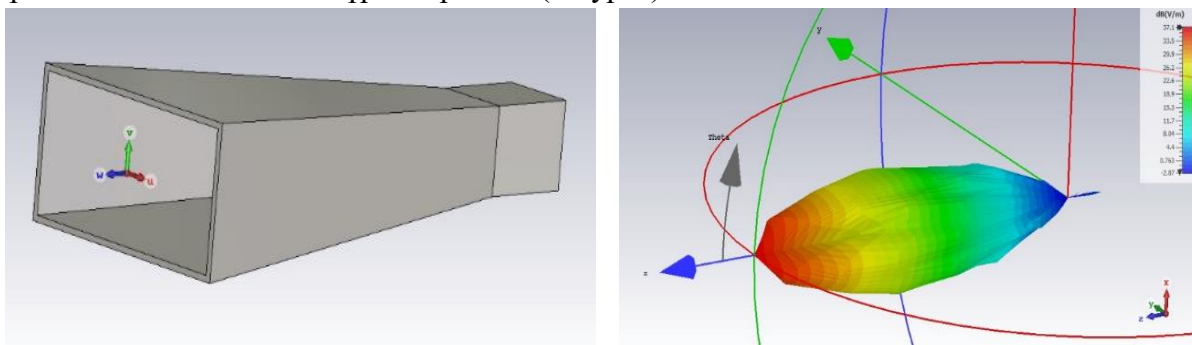
Рупорлық антеннаның Е және Н жазықтықтағы өлшеу нәтижелері

Бұрыш		0°	5°	8°	10°	13°	15°	16°	20°
Сигнал қуаты, дБ	Е	14,47	12,43	9,54	7,53	1	0	0	0
	Н	15,71	14,59	10,21	9,21	6,98	3,01	1	0



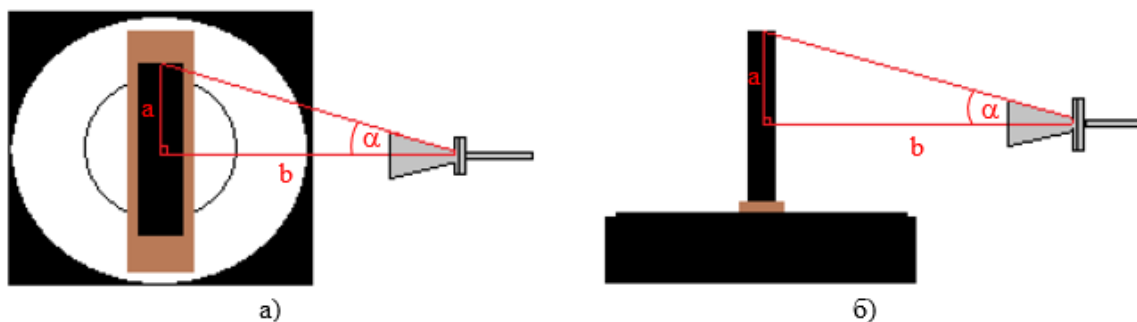
Сурет-4. Антенналардың Е және Н жазықтарындағы бағытталу диаграммасы

Кеңістікте антеннаның бағытталу диаграммасын көру үшін CST Studio Suite бағдарламасында 3D моделі құрастырылды (5-сурет).



Сурет-5. CST Studio Suite бағдарламасында құрылған антеннаның 3D моделі және бағытталу диаграммасы

Алынған нәтижелер негізінде тригонометриалық қатынас формуласын (1-формула) қолдана отырып зерттелетін материалдың көлеміне байланысты құрастырған субмиллиметрлік диапазондағы қондырғыда тиімді орналастыру арақашықтығы 6-суретке сәйкес есептелінді.



Сурет-6. Зерттелу нысанының а-ені және б-биіктігі бойынша орналасу арақашықтығын есептеу схемасы

$$tg\alpha = \frac{a}{b} \quad (1)$$

мұндағы, а – зерттелетін нысанның жарты ені / биіктігі, b – зерттелетін нысанға дейін арақашықтық. Есептеу жұмыстарының нәтижесі 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2

Зерттелетін нысанның ені мен биіктігі бойынша тиімді орналасу арақашықтығы

Биіктік, см Ені, см	4	5	6	7	8	9	10
4	4,66	6,82	8,99	11,15	13,32	15,48	17,65
5	4,71	6,82	8,99	11,15	13,32	15,48	17,65
6	6,46	6,82	8,99	11,15	13,32	15,48	17,65
7	8,2	8,2	8,99	11,15	13,32	15,48	17,65
8	9,95	9,95	9,95	11,15	13,32	15,48	17,65
9	11,69	11,69	11,69	11,69	13,32	15,48	17,65
10	13,43	13,43	13,43	13,43	13,43	15,48	17,65

Кестеде көрсетілген арақашықтық антеннадан зерттелу нысанына дейінгі максималды орналасу b – қашықтығы, яғни осы қашықтықта нысан беті толық сәулеленеді.

### Қорытынды

Зерттеу жұмысы нәтижесінде субмиллиметрлік диапазонда материалдардың шағылдыру және жұту коэффициенттерің зерттеуге арналған эксперименттік қондырғы құрастырылды. Қондырғы құрамында қолданылатын рупорлық антеннаның бағытталу диаграммасы анықталып, зерттеу нысанының тиімді орналасу арақашықтығы есептелді.

### Әдебиеттер:

1. Pozar, David M.(2011) Microwave engineering / David M. Pozar. - John Wiley & Sons, - 4th ed. 2-6 p.
2. Электроника и радиофизика миллиметровых и субмиллиметровых радиоволн / Под ред. А. Я. Усикова. Киев: Наукова думка, 1986. 140-158 с.
3. Сайт производителя приборов для измерения миллиметровых волн и компонентов волноводов Elmika / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://www.npp-elmika.ru/info/index.php?id=23>
4. Сайт производителя приборов для измерения миллиметровых волн и компонентов волноводов Elmika / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://www.npp-elmika.ru/info/index.php?id=69#PageCtrl>



5. Семенец В. В. Разработка материала для защиты медицинского персонала от воздействия излучения / В. В. Семенец, Т. Е. Стыщенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2016. - № 2(5). - С. 30-37.
6. Сайт производителя моторизованные и ручные позиционирующие приборов Standa. / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <https://spegroup.ru/catalog/sistemy-pozitsionirovaniya/motorizirovannye-pozitsionery/35541/>
7. Фрадин А. З., Антенны сверхвысоких частот, М., М.: Советское радио, 1957г., 177-248 с.
8. Измерение диаграммы направленности двухзеркальной антенны Кассегрена и расчет коэффициента усиления исследуемой антенны по измеренной диаграмме направленности / А. А. Погребной, Д. М. Никитин, Ф. В. Мороз [и др.]. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 13 (117). — С. 196-200.
9. Balanis, Constantine A., 1938-. Antenna theory: analysis and design / Constantine A. Balanis. 4nd ed. – 25-35 p.

**Абдибеков Е.**

*1 курс магистранты ЕНУ*

*Ғылыми жетекші – доктор PhD, и.о. доцента, Базарбек А.*

*Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы*

## **ЖҚЗ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ЦИФРЛІК ЖЕР БАЛАНСЫН ЖАСАУ**

**Аңдатпа.** Бұл жұмыс ЖҚЗ деректерін (Жерді қашықтықтан зондтау) пайдалана отырып, цифрлық жер балансын әзірлеуге арналған. Зерттеу жерді пайдалануды есепке алу мен жоспарлаудың тиімді құралын жасау үшін заманауи ғарыштық технологиялармен алынған ақпаратты талдауды және өңдеуді қамтиды. Жұмыс ЖҚЗ деректерін өңдеу және түсіндіру кезеңдерін, сондай-ақ цифрлық жер балансын құру үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуді қамтиды. Алынған нәтижелер қала құрылысын жоспарлауда, аграрлық секторда, экологиялық мониторингте және жер ресурстары туралы нақты ақпарат өзекті болып табылатын басқа да салаларда пайдаланылуы мүмкін. Бұл тәсіл жерді басқаруды оңтайландыруға, ресурстарды жоспарлауды жақсартуға және аумақтың тұрақты дамуына ықпал етуге мүмкіндік береді.

**Кілт сөз.** ЖҚЗ, жер балансы, шейп-файл, мониторинг, атрибуттер.

**Кіріспе:** Табиғи ресурстарды тұрақты пайдалану экономикалық өсу мен әлеуметтік тұрақтылықты қамтамасыз етудің шешуші факторына айналатын қазіргі әлемде жер ресурстарын басқарудың тиімді әдістерін әзірлеу ерекше маңызға ие. Бұл саладағы перспективалы бағыттардың бірі Цифрлық жер балансын құру үшін Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін пайдалану болып табылады.

ЖҚЗ әлемдік және өңірлік деңгейлерде жер жамылғысы туралы кең және егжей-тегжейлі ақпарат алуға бірегей мүмкіндік береді. Бұл ақпаратты цифрлық жер балансын әзірлеу үшін пайдалану деректердің дәлдігі мен өзектілігін айтарлықтай жақсартуға ғана емес, сонымен қатар жер ресурстарын тиімді басқаруды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.