

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»  
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XVIII Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS  
of the XVIII International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023  
Астана**

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**  
**G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-337-871-8**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37**  
**ББК 72+74**

**ISBN 978-601-337-871-8**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 2023**

Қорытындылай келе, тиімді нұсқа ретінде бірінші нұсқаны айта аламыз. Оның себебі фазаайналдырғыштың ішкі сұлбасын жоғарғы жиілікті диапазонда құрастыру арзан және оңтайлы болып табылады. Ал екінші нұсқа бойынша фазаайналдырғышты өте жоғарғы жиілікте құрастыру микрожолақты сызықтарды қолдануды қажет етеді, ол өз кезегінде экономикалық және күрделілігі бойынша тиімсіз.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. М. А. Дубовицкий. Разработка параболической антенной решетки с управлением луча методом изменения амплитудно– фазового распределения в X– диапазоне // Магистерская диссертация. – М.: 2018
2. Вендик О.Г. Антенны с электрическим сканированием (введение в теорию) / Вендик О.Г., М.Д. Парнес., Л.Д. Бахрах // – М.: Science Press, 2001. – 252 с.
3. Невзоров В.И., Савочкин П.В., Бакурский К.В. Антенные решетки: учеб. пособие / под общ. ред. В.И. Невзорова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2013. – 105 с.
4. Воскресенский Д. И. Устройства СВЧ и антенны. Изд. 2– е. – М.: Радиотехника, 2006. – 376 с.

ӘОЖ 621.396

### **ФАЗАЛЫҚ АНТЕННА МАССИВТЕРІНДЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИК НЕГІЗІНДЕГІ ФАЗАЛЫҚ АУЫСТЫРҒЫШ ҚОЛДАНЫЛУЫН ТАЛДАУ**

Кеңесбеков Сұлтан Ерланұлы  
[sultankenbekov17@gmail.com](mailto:sultankenbekov17@gmail.com)

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасының магистранты,  
Астана, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Н.А. Бурамбаева

Радиолокациялық және байланыс жүйелерінің дамуында екі тұрақты тенденция байқалады: барған сайын жоғары жиілікті толқын диапазондарын игеру және фазалық антенна массивтерін (ФАМ) жетілдіру. Радиолокацияда бұл тенденциялар анықтау диапазонын ұлғайтуға және нысандардың координаттарын анықтау дәлдігін арттыруға байланысты болса, ал байланыс жүйесінде ақпараттық арналардың өткізу қабілеттілігін арттыруға қойылатын талаптардың артуына байланысты.

Әрбір ФАМ элементінің ядросы фазалық ауыстырғыш (ФА) болып табылады. ФАМ – сызықтық екі портты құрылғы болып табылады, ол басқару сигналына сәйкес кіріс портының сигнал фазасына қатысты шығыс портының сигнал фазасын өзгертеді. Бұл ФАМ сәулелерінің пайда болу жылдамдығы мен дәлдігін ғана емес, сонымен қатар антенна жолындағы пайдалы сигналдың жоғалуын ФА анықтайды. Кейбір ФАМ элементтерінің саны жүздеген мыңға, тіпті миллионға жетуі мүмкін және әр элементке жоғары сенімділік, басқару тізбектері бойынша энергияны аз тұтыну, фазаны орнатудың жоғары жылдамдығы мен дәлдігі, аз шығындар мен төмен құн деген қатаң және сонымен бірге қарама– қайшы талаптар қойылады.

Алғашқы ФАМ ферриттің магниттік өткізгіштігі басқарушы магнит өрісінің әсерінен өзгертін ферритті фазалық ауыстырғыштары негізінде жасалды. Ферриттерді р–і–п– диодтар алмастырды – жартылай өткізгіш құрылғылар, олар басқару тогына байланысты өздерін сыйымдылық немесе кішкентай кедергі ретінде көрсетеді.

ФАМ компоненттерінің екі классы да айтарлықтай басқару тогын қолдану арқылы жұмыс істейді, бұл үлкен қуатты басқару құрылғыларын қолдану қажеттілігіне әкеледі, жалпы дизайнды қиындатады және қымбаттатады [1].

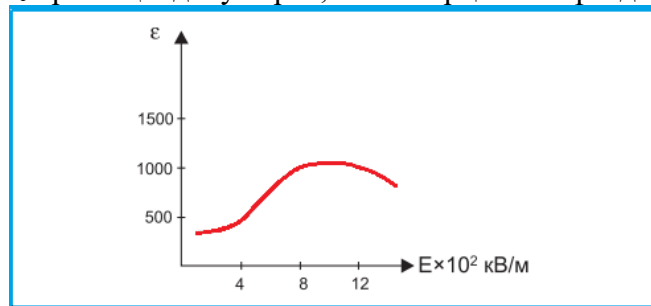
Қазіргі заманғы аппаратурада сегнетоэлектрик (СЭ) негізіндегі ФА қасиеттерінің жиынтығы бойынша ФАМ– да қолдану үшін өте перспективалы. СЭ бірқатар электрлік қасиеттерге ие [2]:

– СЭ диэлектрлік өткізгіштігі  $10^3$ –  $10^4$  құрайды, ал қарапайым диэлектриктердің көпшілігінде ол 10– нан аспайды;

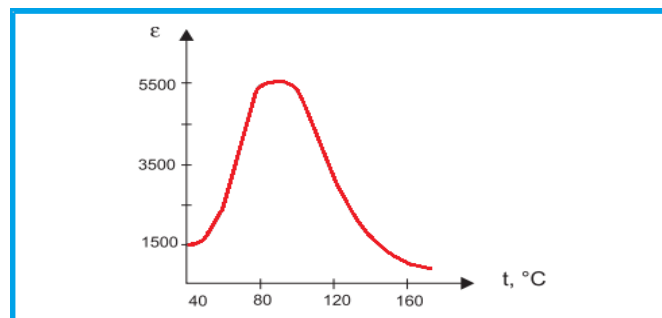
– СЭ диэлектрлік өткізгіштігі сыртқы электр өрісінің  $E$  кернеулігіне байланысты (сурет 1);

– СЭ диэлектрлік өткізгіштігі температураға байланысты (оның максимумы Кюри нүктесі деп аталады; СЭ Кюри нүктесінен жоғары қызған кезде ол кәдімгі диэлектрикке айналады) (сурет 2);

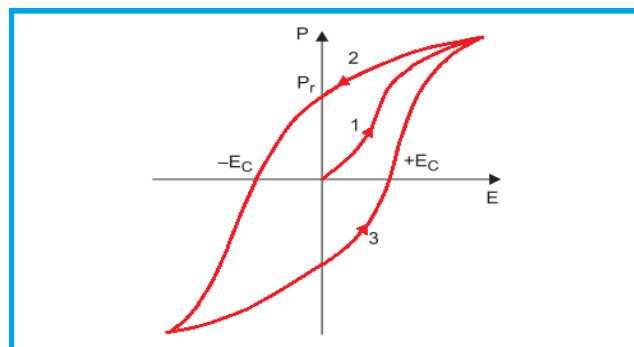
–  $P$  поляризациясының СЭ– дегі  $E$  өрісінің кернеулігіне тәуелділігі сызықты емес. Өріс кернеулігінің белгілі бір мәнінен бастап, поляризация қанықтылыққа еніп, өсуін тоқтатады. Сонымен қатар, СЭ гистерезиспен сипатталады, бұл  $P$ – ның  $E$ – ге екіұшты тәуелділігін білдіреді. Өрістің бастапқы ұлғаюымен поляризацияның өсуі 1– тармақ бойынша жүреді.  $P$  төмендеуі 2– тармақ бойынша жүреді. Нөлде  $E$  поляризация жойылмайды, бірақ қалдық поляризация деп аталатын  $P_r$  мәніне дейін азаяды. Оны нөлге дейін төмендету үшін қарама– қарсы бағыттағы  $E_c$  өрісін қолдану керек, оны коэрцивтік күш деп атайды (сурет 3).



Сурет 1. ВаТіО<sub>3</sub> диэлектрлік өткізгіштігінің электр өрісінің кернеулігіне тәуелділігі



Сурет 2. ВаТіО<sub>3</sub> диэлектрлік өткізгіштігінің температураға тәуелділігі



Сурет. 3. ВаТіО<sub>3</sub> гистерезис ілмегі

Электр өрісіндегі СЭ мінез– құлқы магнит өрісіндегі ферромагнетиктерге өте ұқсас, сондықтан оларды шетелдік әдебиеттерде ферроэлектриктер деп атайды. Қазір жүзден астам СЭ белгілі, бірақ АЖЖ қосымшаларында негізінен барий титанатының ( $BaTiO_3$ ) және стронций титанатының ( $SrTiO_3$ ) қатты ерітінділері қолданылады, олардың жалпы формуласы  $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ , мұнда  $x$  0– ден 1– ге дейін өзгеруі мүмкін. Шетел әдебиетіндегі сегнетоэлектриктердің бұл классы BST аббревиатурасымен белгіленеді. Дәл осы СЭ– де басқарылатын АЖЖ ФА құру бойынша ең маңызды практикалық нәтижелер алынды.

Осы уақытқа дейін диэлектрлік шығындарды азайту және басқарудың өсуі (диэлектрлік өткізгіштіктің басқару өрісіне тәуелділігі) арқылы АЖЖ СЭ компоненттерінің параметрлері айтарлықтай жақсарды [3]–[7]. СЭ компоненттерінің сипаттамаларының температураға тәуелділігін едәуір төмендететін шешімдер табылды [8]–[10]. СЭ компоненттерінің АЖЖ– ті сипаттамаларын зерттеу конструкцияның өткізгіш элементтері (электродтар, микрожолақты сызықтар) енгізген шығындардың СЭ материалының енгізген шығындарымен салыстыруға болатындығын көрсетті [11]–[13]. Сондықтан металдандыру сапасын жақсарту міндеті туындады, оны дамыған технологиялық базасы бар өнеркәсіптік кәсіпорында жаппай өндіріс жағдайында сәтті шешуге болады. АЖЖ– ті СЭ фазалық ауыстырғыштарындағы шығындарды оларды өндірудің сапалы технологиясын қолдану кезінде айтарлықтай азайту мүмкіндігі негізделген [14].

Феррит негізіндегі басқару құрылғыларымен немесе р– і– n диодтарымен салыстырғанда, СЭ материалдары жоғары дәлдік пен сканерлеу бұрышын, сондай– ақ жылдам ауысу жылдамдығын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, СЭ материалдарын пайдалану фазалық антенна торларын өндіру және пайдалану шығындарын азайтуы мүмкін, бұл оларды кең коммерциялық мақсатта қол жетімді етеді.

Осылайша, СЭ материалдарын пайдалану жаппай коммерциялық қолдану үшін фазалық антенна торларын жобалау кезінде феррит басқару құрылғыларына немесе р– і– n– диод негізіндегі құрылғыларға қарағанда тиімдірек.

Қолданылған әдебиеттер тізімі:

1. Антенны с электрическим сканированием (введение в теорию) / О. Г. Вендик, М. Д. Парнес; Под ред. чл.– кор. РАН Л. Д. Бахраха. М.: САЙНС– ПРЕСС, 2002. 232 с.
2. С.И. Петренко, Г.К. Савчук, Н.П. Юркевич. Сегнетоэлектрики и их свойства//БНТУ. 2007.
3. Large dielectric constant BSTO thin films for high– performance microwave phase shifters / С. М. Carlson, Р. А. Parilla, D. S. Ginley et al. // Appl. Phys. Lett. 2000. Vol. 76, № 14. P. 1920–1922.
4. Nonlinear response and power handling capability of ferroelectric BSTO film capacitors and tunable microwave devices / A. Kozyrev, A. Ivanov, T. Samoiloва et al. // J. of Appl. Phys. 2000. Vol. 88, № 9. P. 5334–5342.
5. Microwave properties of (Ba, Sr TiO ) 3 ceramic films and phase– shifters on their base / A. Kozyrev, V. Keis, V. Osadchy et al. // Integrated Ferroelectrics. 2001. Vol. 34. P. 189–195.
6. Characterization of quality of Ba Sr TiO x x 1 3 – thin films by commutation quality factor measured at microwaves / S. V. Razumov, A. V. Tumarkin, M. M. Gaidukov et al. // Appl. Phys. Lett. 2002. Vol. 81, № 9. P. 1675–1677.

УДК 681.513.2

## **РАЗРАБОТКА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТЧИКОВ**

Кошелев Антон Владиславович

[koshelevfoliex@gmail.com](mailto:koshelevfoliex@gmail.com)

Студент Института нано– и микросистемной техники

НИУ МИЭТ

Научный руководитель – Т. Жораев