

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**

Список использованных источников

- 1 Карташевский И. В. Модель трафика для программно– конфигурируемых радиосетей. – М.: Телеком. 2016. – С. 63– 72.
- 2 Наумов В. А., Самуйлов К. Е., Самуйлов А. К. Суммарный объем ресурсов, занимаемых обслуживаемыми заявками. – М.: Мир. 2017. – С. 69– 73.
- 3 Посакаухин В.Н. Вопросы разработки и стандартизации систем 5G. – М.: Мир. 2014. – С. 96– 101.
- 4 Рекомендация МСЭ– R М.1801–2. Стандарты радиointерфейса для систем широкополосного беспроводного доступа подвижной службы, включая мобильные и кочевые применения, действующих на частотах ниже 6 ГГц.
- 5 Серия М. Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы. 2013.

ӨОЖ 621.396

ФАЗАЛЫҚ АНТЕННА МАССИВТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН АНТЕННАНЫ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖОБАЛАУДАҒЫ ТИІМДІ ЖОЛДАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Кеңес Тимур Қасымұлы¹
timur.kasymuly@mail.ru

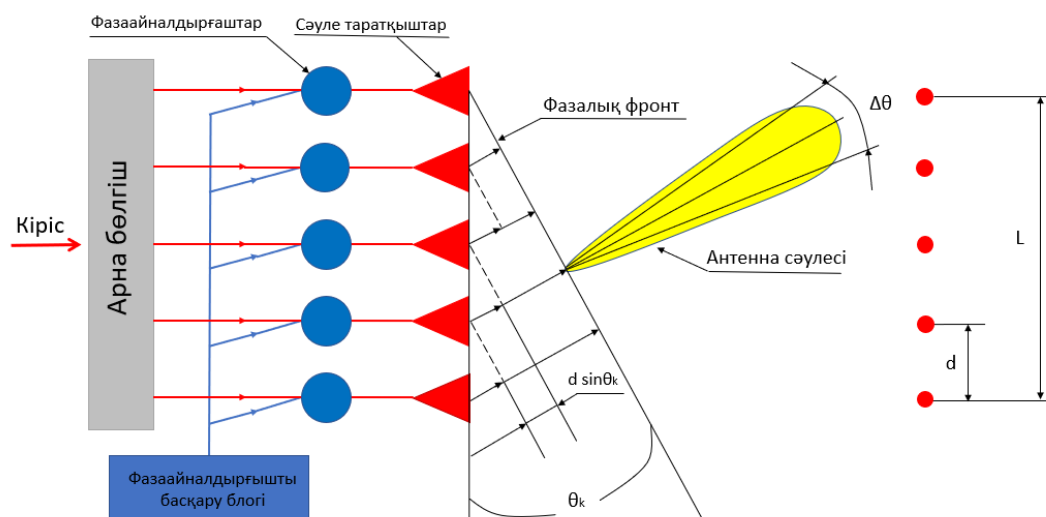
¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар» кафедрасын магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекші – Н.А. Бурамбаева

Қазіргі кезде төменгі орбиталық жерсеріктер арқылы ақпараттар тасымалдау ғылыми және тәжірибелік даму үстінде. Төменгі орбитаны қолданудың негізгі идеясы жер шарының кез келген нүктесінде жоғарғы жылдамдықты ақпарат алмасу мүмкіндігіне (150– 450 Мбит/с) жету болып табылады.

Төменгі орбиталық жерсеріктермен (LEO) байланыс орнататын жердегі құрылғыда, қажетті ақпарат тарату жылдамдығына жету мақсатында, бірнеше жерсеріктермен байланысқа шыға алу мүмкіндігі болуы қажет. Сонымен қатар, байланысты қамтамасыз ететін антеннада байланыс нысанына дәл бағытталған және фокусталған сәуле болуы керек. Жоғарғы жылдамдықта қозғалатын төменгі орбиталық жерсеріктерімен, диаметрі 1– 7 метрге жуық параболалық рефлектор жердегі антенна арқылы байланыс нысанын бақылауды жүзеге асыру үшін бүкіл антенналық габариттік жүйені бағыттап бұру қажет болады. Антеннаны үнемі физикалық түрде немесе механикалық қозғалтқыштар арқылы бағыттап отыру тиімсіз шешім болып табылады. Мұндай жағдайларда сәуленің бағыты бүкіл антеннаның механикалық құрылымының бағытымен байланыссыз антенна қажет [1].

Бұл қажеттіліктерді қанағаттандыратын бірнеше сәулелерді сканерлей алатын антенна болып табылады [2]. Берілген бұрыштар секторында кеңістіктегі жерсеріктік сәулелерді бақылау антеннаны механикалық қозғаусыз жүзеге асырады. Бұл әдістің ең көп таралған шешімі ретінде – фазалық антенна массивтерін айта аламыз. Оның элементтері қарапайым сәуле таратқыштар, тәуелсіз антенна құрылғылары да болуы мүмкін, мысалы, параболалық айналы антенналар [3].

Фазалық антенна массивтері (ФАМ) бір бағытты диаграмманы құру үшін бірге жұмыс істейтін көптеген антенна элементтерінен тұрады. Әрбір элементтің, осы элемент арқылы берілетін сигналдың фазасын өзгертуге мүмкіндік беретін өзіндік фазалық айналдырғыш құралы бар. Фазалық айналдырғыштарды дұрыс конфигурациялау арқылы берілген параметрлері бар бағытталған диаграмманы қалыптастыруға қол жеткізуге болады (сурет 1).



Сурет 1 – ФАМ арқылы бағыт диаграммасын басқару

ФАМ– ның артықшылықтарының бірі – антеннаны физикалық түрде айналдырмай– ақ диаграмма бағытын жылдам өзгерту мүмкіндігі. ФАМ байланыс жүйесінің өткізу қабілетін арттыру және көрші көздерден кедергілерді азайту үшін де қолданылады[4].

ФАМ жобалау жоғары дәлдікті қажет ететін күрделі тапсырма болып табылады. Ол өлшемдер, пішін және орналасу сияқты әрбір антенна элементінің параметрлерін есептеуді және оңтайландыруды қамтиды. Сондай– ақ, қажетті бағыт диаграммасын қалыптастыру үшін фазалық айналдырғыштардың оңтайлы таралуын анықтау қажет.

Төмен орбиталық жерсеріктермен байланысу үшін ФАМ жобалау кезінде келесі факторларды ескеру қажет:

- Жерсеріктердің орналасуы. Жерсеріктер төмен орбитада болғандықтан, олар аспанда жылдам қозғалады, бұл антенналарды бағыттау кезінде жоғары дәлдікті қажет етеді.
- Жиілік диапазоны. Спутниктер әртүрлі жиіліктерде жұмыс істей алады, бұл антенналардан бірнеше диапазонды қолдауды қажет етеді.
- Өткізу қабілеті. Жоғары өткізу қабілеттілігін қамтамасыз ету үшін антенналар жоғары тиімділікке және кең өткізу қабілеттілігіне ие болуы керек.
- Интерференциялар. Басқа сәулелену көздерінен және басқа спутниктерден келетін сигналдардан болатын кедергілер байланыс сапасын төмендетуі мүмкін. ФАМ сигналды сүзу және фазаны сәйкестендіру әдістері сияқты кедергілерді басқару әдістерін қолдана алады.

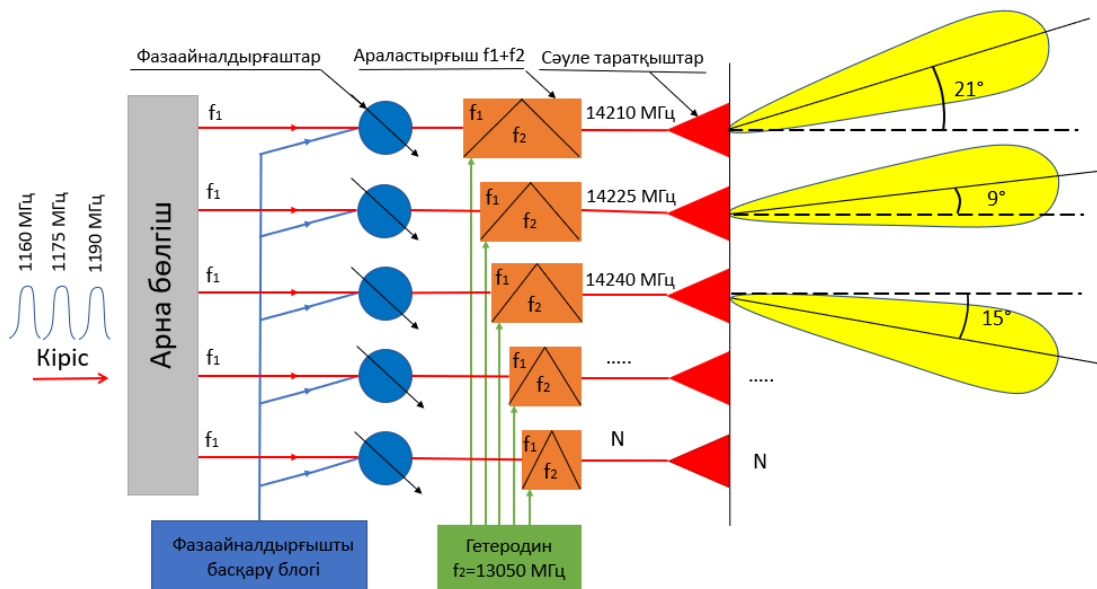
ФАМ жобалау антенна элементтерінің санын, олардың өлшемдерін, пішінін және орналасуын анықтауды және қажетті сәулелену бағытын жасауда әрбір элемент үшін қолайлы фазалық кідірістерді анықтайды.

LEO жерсеріктермен байланысу үшін антенналар ұзақ қашықтықта жақсы байланыс орнату мақсатында жоғары күшейтуге және тиімділікке ие болуы керек. Сондай– ақ, деректерді беру және қабылдау барысында таза сигнал беру үшін оларда шу мен кедергілерді басу деңгейі төмен болуы керек.

Зерттеулер мен жобалау жүргізу үшін жиілік диапазондары төмендегідей:

- абоненттік құрылғыдан жерсерікке дейін (UpLink): Ku – 14 – 14,50 ГГц;
- жерсеріктен абоненттік құрылғыға дейін (DownLink): Ku – 10,7– 12,7 ГГц.

Алынған жиілік диапазондары бойынша антеннаның негізгі құрылымын екі нұсқада жобалап көрсетуге болады. Біріншісі, фазаайналдырғыштар L – диапазонында (f_1) жұмыс жасайды, гетеродиндік жиілік (f_2) фазалық өзгерулерден кейін тасымалдаушы сигналға қосылады (сурет 2).

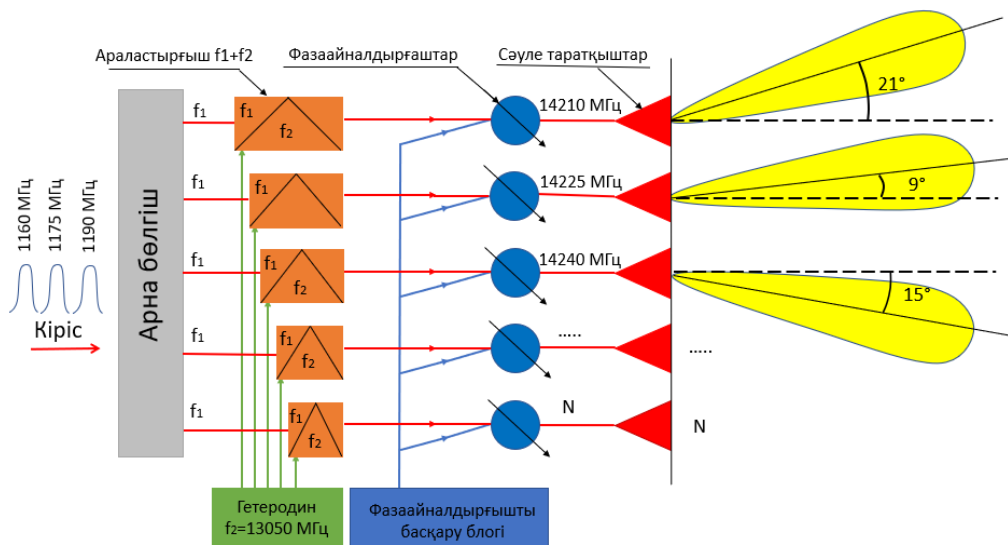


Сурет 2 – ФАМ негізіндегі антенна құрылымы (бірінші нұсқа)

Бірінші нұсқа бойынша, абоненттік жерсеріктік модемнен комбайнерленіп шыққан жоғарғы жиіліктік тасымалдаушы сигналдар (L– band = 1160 МГц, 1175 МГц, 1190 МГц) арна бөлгішінде белгілі аралықтар бойынша бөлінеді. Бөлінген тасымалдаушы сигналдар (f_1) фазаайналдырғышқа келіп, фазаайналдырғыштарды басқару блогінен берілген бұрыш бойынша ығысуға ұшырайды. Мысалы, 1160 МГц тасымалдаушы сигналында азимут бойынша 21° бұрышқа ығысу орын алған. Фазалық өзгеріске ұшыраған тасымалдаушы сигнал гетеродиндік сигналмен қабаттасады. Гетеродиндік сигналды 13050 МГц алудың себебі, таңдалып отырған UpLink L– диапазонын Ku– жиілік диапазонына сәйкестендіріп, толықтай қолдану болып табылады. Егер тасымалдаушы сигнал 1160 МГц болса, онда шығыс сигналы:

$$f_1 + f_2 = 1160 \text{ МГц} + 13050 \text{ МГц} = 14210 \text{ МГц.}$$

Екінші нұсқа бойынша, арналық бөлгіштен шыққан тасымалдаушы сигналдар ең алдымен гетеродиндік сигналдармен қабаттасуға ұшырайды. Ku– диапазонына көтерілген сигнал фазаайналдырғыштарға түсіп, басқару блогінен келген бұрышқа ығысады (сурет 3).



Сурет 3 – ФАМ негізіндегі антенна құрылымы (екінші нұсқа)

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

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].