

НӘЛІБАЕВ ЕРКЕБҰЛАН ДҮЙСЕНБЕКҰЛЫ

БЕЙСЫЗЫҚ ГЛОБАЛДЫ БАЙЛАНЫСҚАН ОСЦИЛЛЯТОРЛАР АНСАМБЛІНЕ СЫРТҚЫ КҮШ ӘСЕР ЕТКЕНДЕГІ СИНХРОНИЗАЦИЯНЫ ЗЕРТТЕУ

«6D071900-Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар»
мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D.) ғылыми дәрежесіне іздену
диссертациясының

АҢДАТПАСЫ

Зерттеу нысаны тұтас және бейсызық байланысқан осцилляторлар ансамбліндегі синхрондалу болып табылады.

Тақырыптың өзектілігі: Синхрондалу құбылысы ғылымда, қоғамда және біздің жеке өмірімізде өте жиі кездеседі және фундаментал орын алады. Бұл құбылыс туралы адамдардың көпіден өтуі, лазерлердің синхрондалуы, химиялық реакциялардың ерекше тәртібі, нейрондардың коллективті тербелуі сияқты көптеген мысалдар мен зерттеулер бар. Ансамбль – бір-бірімен өзара әсерлесетін көптеген осцилляторлардың моделі болып табылады. Әрбір элемент басқа барлығымен байланысқан ансамблдің синхрондалу құбылысын зерттеу өте үлкен қызығушылық тудырады. Тұтас байланысқан жүйелердің коллективтік қасиеттерін талдау бейсызық динамика көзқарасымен қарағанда маңызды мәселелерді шешу жолын ұсынады және оны қолдану өте маңызды болып табылады. Синхрондалу теориясының мәселелері заманауи бейсызық тербеліс, есептеу техникасы және телекоммуникация теорияларының маңызды мәселелеріне тікелей байланысты болып табылады. Кез-келген электронды жүйелерді құраушы элементтерде кернеудің немесе токтың кездейсоқ флуктуациялары болады. Әдетте мұндай флуктуациялар шуыл түрінде болады және телекоммуникациялық, электрондық жүйелерде зиянды фактор ретінде саналады. Бірақ, шуыл әрқашанда зиян емес. Жүйеде шуыл болған кезде оны жүйенің өзінің электрлік сипаттамасын өзгертуге қажет фактор ретінде қолдануға болады. аз еркіндік дәрежелі хаосты сигналдың көмегімен информацияны тасымалдауда, кез-келген телекоммуникациялық байланыста шуыл сигналы жаңа динамикалық күйдің пайда болуына алып келуі мүмкін. Осы себептерден қазіргі уақытта динамикалық жүйеге шуылдың әсерін зерттеу маңызды болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты байланыс күші мен фаза ығысуға қатысты тұтас байланысқан осцилляторлар ансамбліндегі синхрондалудың әртүрлі режимдерінің болу мүмкіншілігін эксперименттік зерттеу, сыртқы периодты және шуыл сигналдарының әсерінен тұтас байланысқан осцилляторлар ансамблінің динамикасының ерекшеліктерін эксперимент жүзінде анықтау.

Зерттеу алдына қойылған есептер

- ортақ кедергі арқылы тұтас байланысқан Винн көпірі генераторларынан тұратын статистикалық заңдылықтар қамтамасыз етілетін электрондық осцилляторлар ансамблінің электрондық қондырғысын жасау;
- кері байланыстағы фаза ығысуды басқару мақсатымен сызықты және бейсызық фазаығыстырғыш тізбектерін схемотехникалық, электрондық түрде дайындау;
- ортақ өріс пен осцилляторлардың жиілігін өлшеу әдісін таңдау;
- осцилляторлар ансамблінің динамикасын байланыс күшіне тәуелді түрде зерттеу
- осцилляторлар ансамблінің динамикасын сызықты және бейсызық фаза ығысуға тәуелді түрде зерттеу;
- ортақ өрісті сыртқы периодты күштің қарпу құбылысын эксперименттік зерттеу;
- сыртқы шуыл сигналының тұтас байланысқан осцилляторлар ансамблінің динамикасына әсерін эксперименттік зерттеу.

Зерттеу әдісі. Тұтас байланысқан осцилляторлардың синхрондалуы радиофизикалық экспериментте зерттелінді. Мәліметтерді жазу LabView ортасында жүргізілді. Эксперименттік мәліметтерді өңдеу кезінде статистикалық физика, динамикалық жүйелер теориясы, MatLab ортасында компьютерлік талдау әдістері қолданылды.

Зерттеу жаңалығы

- Тұтас байланысқан осцилляторлар ансамбліндегі осцилляторлардың жиіліктері мен ортақ өріс жиілігінің фаза ығысуға байланысты сәйкес болмайтындығы, соның нәтижесінде квазипериодты өзқауым күйі пайда болатындығы тәжірибеде дәлелденді;
- Тұтас байланыс күшінің артуымен квазипериодты өзқауым күйінің пайда болуының фаза ығысу табалдырығы төменгі мәніне ұмтылатындығы және асинхронды режим аймағы тарылатыны алғаш рет экспериментпен дәлелденді.
- Сыртқы шуыл сигналына тәуелді түрде осцилляторлар ансамблінің синхрондалу құбылысы экспериментте бақыланды. Эксперимент жүзінде ансамбль динамикасының шуыл сигналы амплитудасының орташа квадраттық мәніне байланысты жартылай синхрондалуы, толық синхрондалуы және оның бұзылуы көрсетілді. Шуылдың аз мәнінде ансамбль синхрондалады, ал жоғары мәнінде асинхронды күйде болады.
- Тұтас байланысқан ансамбльге әсер етуші сыртқы периодты күшке шуыл араласқанда тұтас байланысқан ансамбльдің синхрондалу облысы тарылады.

Қорғауға шығарылатын тұжырымдар

1. Тұтас байланысқан осцилляторлар ансамблінде фаза ығысуы нәтижесінде осцилляторлардың жиіліктері мен ортақ өріс жиілігі бөлектеніп, квазипериодты өзқауым күйі пайда болады.

2. Осцилляторлар арасындағы байланыс күшінің артуымен квазипериодты өзқауым күйінің пайда болуының фаза ығысу табалдырығы төмендейді және асинхронды аймақ тарылады.

3. Шуыл сигналы ылғи да бейберекеттікке алып келмейді, оның орташа квадраттық ауытқуының шектеулі мәнінде ($0,611 < \delta < 1,522$) тұтас байланысқан осцилляторлар жиынында синхрондалу байқалады.

4. Шуыл араласқан сыртқы периодты күш тұтас байланысқан ансамблге әсер еткенде ансамблдің синхрондалу облысының диаграммасы тарылады.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы. Бұл жұмыста белгілі элементтерді пайдаландық. Олар электроникада көп қолданылатын элементтер. Бірақ, біздің жаңалығымыз осы элементтер байланыстырып белгілі ғылыми нәтижелерді алдық. Ал ол нәтижелер smart жүйесіне жеке сенсорлық элементтердің сигналын күшейтіп ортақ өріс көмегімен орталыққа хабар жеткізу үшін қолдануға болуы мүмкін. Ал ортақ өріс тек синхрондалу күйінде ғана пайда болады.

Ансамбль жүйесінің синхрондалуын зерттеу – нейрондық, жасанды интеллект байланыс жүйесінде, өте қуатты жоғары жылдамдықпен есептейтін ақпараттық байланысты жасауда маңызды фундамент болып табылады.

Нейрондық байланыстағы синхрондалу туралы білім одан әрі миға балама түрде күрделі басқару жүйесін жасаудың негізін қамтамасыз етеді. Бейсызық жүйеге сыртқы күштің әсерін зерттеу жүйе элементтерінің коллективті динамикасын басқару, реттеу әдісін іздеу бағытында маңызды болып табылады. Бұл білім табиғи, жасанды интеллект туралы көптеген мәселелерді шешуге көмектесе алады.

Публикациялар. Диссертацияда алынған нәтижелер 13 ғылыми басылымда жарық көрді. Оның ішінде 1-уі жоғары импакт факторы бар журналында (Physical Review E), 5-уі ҚР БҒМ білім және ғылым саласын қадағалау комитеті ұсынған басылымдарында, 6-уы халықаралық конференциялардың және 1-уі республикалық конференцияеңбектерінің жинағында жарияланды. Зерттеу нәтижелері бойынша патенттеуге өтініш берілді.