

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

АСАНОВ ҒАНИ САТБЕКҰЛЫ

Нанокұрылымды автотербелмелі жүйелердегі динамикалық хаос

Жұмыстың жалпы сипаттамасы.

Бұл жұмыста жартылай өткізгіштік жұқа қабықшада жасалынған генератордың электрофизикалық құрамына теориялық және эксперименттік зерттеу жүргізілген. Сондай-ақ, компьютерлік моделдеу жолымен де зерттеу жүргізілген. Бұл жұмыста өзара әсерлеспейтін электрлік сенсорлы торлардың жылулық импульстармен синхрондалу процесін зерттеу нәтижелері және автотербелмелі жүйе болып табылатын жұқа қабықшадағы генератор сияқты нейрондардың динамикасының фазалық үйлесімі қарастырылған.

Тақырыптың өзектілігі: Қазіргі уақытта электроникада аз өлшемді нанокұрылымды жүйелер негізінде хаосты сигналдар көзін алу мәселесі бар. Мұндай жүйелер ондаған мың атомдардан тұруы мүмкін екендігінен жұқа қабықша негізінде жеке құрылымда нанокұрылымды жүйелерді моделдеу мен теориялық түсіндіру мәселесі өзекті болып табылады. Осылайша динамикалық хаос байқалатын жүйелер ережеге сәйкес автотербелмелі болып табылады. Ал маңызды ғылыми мәселе жұқа қатты денелі қабықша негізіндегі хаосты сигналдар генераторы — нанокұрылымды автотербелмелі жүйелерді зерттеу болып табылады. Динамикалық хаостан басқа біршама автотербелмелі жүйелерде зерттелініп отырған жүйенің бейсызықтылығын білдіретін синхрондалу құбылысы байқалады. Мұндай жүйелер жеке жағдайда, биофизикалық объектілер — сенсорлы торлар және нейрондар болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты нанокұрылымды динамикалық хаостағы бейсызық құбылыстарды және автотербелмелі жүйелердегі синхрондалуды теориялық және эксперименттік зерттеу болып табылады.

Зерттеу алдына қойылған есептер

1. Хаосты сигналдарды генерациялау үшін кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасының беттік құрылымын моделдеу. Кеуекті бетті бақылау кезінде сандық параметрлерді құру.

2. Кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасы негізінде сигналдар генераторын схемотехникалық реализациясын қамтамасыз ету.

3. Компьютерлік моделдеу әдісімен оптикалық қоздырумен генерацияланатын металдық нанобөлшектердің қысқа жылулық импульстері көмегімен биофизикалық торлы автотербелмелі жүйелердің динамикасын басқару мүмкіншілігін зерттеу.

4. Компьютерлік моделдеу әдісімен сыртқы жылулық әсері болған кезіндегі нейрондар негізіндегі автотербелмелі жүйелердегі өтпелі процестерді зерттеу.

Зерттеу объекті: жартылай өткізгіштік кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасы, жұқа қабықша негізіндегі хаосты сигналдар генераторы, электрлік өзара әсерлеспейтін сенсорлық торлар жүйесі, Ходжкин-Хаксли моделі бойынша нейрон.

Зерттеу нысаны: кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасы негізінде генератор — наноқұрылымды жүйелердегі динамикалық хаос және автотербелістер, электрлік өзара әсерлеспейтін сенсорлы торлар жүйесіндегі жартылай синхрондалу, нейрон негізіндегі автотербелмелі жүйелердегі фазалық үйлесімі.

Зерттеу әдісі:

1. Бейсызық физика және динамикалық хаос әдістерімен хаосты сигналдарды генерациялау үшін пайдаланылған жұқа наноқұрылымды қабықшаны теориялық зерттеу.

2. Радиотехника және электроника әдістерімен хаосты сигналдар генераторын эксперименттік зерттеу.

3. Статистикалық және бейсызық физика әдістерімен хаосты генераторының эксперименттік мәліметтерін талдау.

4. $N=1000$ электрлік өзара әсерлеспейтін сенсорлық торлардан тұратын жүйені қысқа жылулық импульспен синхрондау бойынша экспериментті компьютерлі моделдеу.

5. Сыртқы жылулық әсері бар болатын нейронды тербелістің динамикасын компьютерлік моделдеу.

Зерттеу жаңалығына келесі нәтижелер алынды:

1. Хаосты сигналдарды алу үшін пайдаланылған жұқа қабықшаның беті фракталдық эволюция өлшемінің әмбебап бейнесі негізінде моделденген болуы мүмкін.

2. Кеуекті кремнийдің наноөлшемді қабықшасы негізінде ішкі кері байланысы бар генератор (автогенератор) құрастырылған. Автогенератордың шығысында динамикалық хаос сигналы берілуі мүмкін екендігі көрсетілген.

3. Компьютерлі моделдеу әдісі көмегімен қысқа жылулық импульстерді бере отырып, эпителиальды сенсорлық тор ансамблінің синхрондалу мүмкіндігі көрсетілген.

4. Компьютерлі моделдеу әдісі көмегімен адаптациялық токты нейрон негізінде автотербелмелі жүйелерді эффективті басқару (фазалық үйлесім) мүмкіндігі көрсетілген.

Зерттеу алдына қойылған негізгі тұжырымдар:

1. Хаосты сигналдар генерациясы құрылымы фракталдық эволюция өлшемінің әмбебап бейнесі көмегімен түсіндірілетін кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасын пайдаланумен қамтамасыз етілуі мүмкін.

2. Кеуекті кремнийдің жұқа қабықшасы негізіндегі генератор ішкі кері байланыс жағдайына негізделген хаосты сигналдар көзі болып табылады.

3. Қысқа лазерлік импульстармен (5-15 мс) фотометрлік әсер ету сенсорлы торлардың коллективті динамикасын басқаруға және оларды жартылай синхрондауға алып келеді.

4. Адаптациялық токтың болуы нейрон негізінде жасалынған автотербелмелі жүйелердің температурасының статистикалық және динамикалық өзгерісіне сезімталдығын арттырады.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы.

1. Хаосты процесті түсіндіретін фракталдық эволюция өлшемінің бейнесі көмегімен әртүрлі нанокұрылымды беттерді моделдеуге болады. Практика жүзінде бұл берілген концентрациялар қатынасы кезінде және басқа да белгілі бейнелеу параметрлері кезінде берілген нанокұрылымды, оның ішінде кеуекті құрылымды алуға болады.

2. Кеуекті кремнийдің қабықшасы негізінде жасалынған динамикалық хаос генераторының хаосты сигналдар параметрлері жиіліктің кең диапозонында кездейсоқ сигналдардың параметрлеріне жақын екендігін көрсетеді. Сонымен қатар, оның параметрлері сигналдың хаосты табиғатына байланысты басқарылуы болып табылады. Бұл генератор қабылдағыш-таратқыш үшін сымсыз сенсорлы байланыс желісінде, информацияны кодтау құрылғысында, информациялық қауіпсіздік жүйелерінде қолданылуы мүмкін.

3. Биофизикалық автотербелмелі жүйелерге сыртқы әсерді зерттеу олардың динамикасын, мысалы үшін нейрондық торлардың динамикасын басқару және зерттеу үшін қажетті болып табылады. Осылайша зерттелінген жүйе автотербелмелі болып табылады. Осы кезде алынған нәтижелер мен әдістерді басқа автотербелмелі жүйелерге, мысалы үшін нейронды байланысқа жалпылауға болады.

4. Нейронның мәжбүрлі фазалық ығысуы да реалды электрлік тізбектерде алынған нәтижелерді қолдануға алып келеді. Бұл үшін адаптациялық ток пен жүйеде температуралық импульсті эквиваленттеу механизмін өңдеу қажет.

Публикациялар. Диссертацияда алынған нәтижелер 11 ғылыми басылымда жарық көрді. Оның ішінде 3-уі жоғары импакт факторы бар журналында, 3-уі ҚР БҒМ білім және ғылым саласын қадағалау комиеті ұсынған басылымдарында, 5-уі халықаралық конференция еңбектерінің жинағында жарияланды. Зерттеу нәтижелері бойынша патенттеуге өтініш берілген.