

[14] Akzhigitov E.A., Kadirbayeva Zh.M. On a solvability of two-point boundary value problem for loaded differential equations // Science review. S.Seifullin Kazakh Agro Technical University. - 2012. - № 2(10). –С. 35-40.

[15] Джумабаев Д.С., Илиясова Г.Б. Об одной численной реализации метода параметризации решения линейной краевой задачи для нагруженного дифференциального уравнений // Известия НАН РК. Серия физико-математическая. - 2014. - № 2. –С. 275-280.

[16] Джумабаев Д.С. Признаки однозначной разрешимости линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. - 1989. - Т.29. -№1. -С. 50-66.

[17] Джумабаев Д.С., Иманчиев А.Е. Корректная разрешимость линейной многоточечной краевой задачи // Математический журнал. - 2005. - Т.5. -№1. - С. 30-38.

Қадырбаева Ж.М., Көжебаева А.С.

Көпнүктелі интегралдық шарты бар жүктелген дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты шеттік есептің сандық шешілуі туралы

Түйіндемесі. Көпнүктелі интегралдық шарты бар жүктелген дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты шеттік есеп қарастырылады. Қарастырылып отырған есепті шешу үшін параметрлеу әдісі қолданылады. Көпнүктелі интегралдық шарты бар жүктелген дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін сызықты шеттік есеп жүктелу нүктелерінде қосымша параметрлер енгізу арқылы параметрлі эквивалентті шеттік есепке келтіріледі. Параметрлі эквивалентті шеттік есеп параметрлі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін Коши шеттік есебінен, көпнүктелі интегралдық шартынан және үзіліссіздік шартынан тұрады. Параметрлі жәй дифференциалдық тендеулер жүйесі үшін Коши шеттік есебінің шешімі дифференциалдық тендеудің фундаменталдық матрицасының көмегімен тұрғызылады. Тұрғызылған шешімнің сәйкес нүктелерінде мәндерді көпнүктелі интегралдық шартқа және үзіліссіздік шартына қоя отырып, параметрлерге қарасты сызықтық алгебралық тендеулер жүйесі құрылады. Қарастырылып отырған есепті шешудің құрылған жүйені және ішкі аралықтарда Коши есебін 4-ретті Рунге-Кутт әдісін қолданып шешуге негізделген сандық әдісі ұсынылады.

Негізгі сөздер: шеттік есеп, параметрлеу әдісі, жүктелген дифференциалдық тендеу, интегралдық шарт.

Kadirbayeva Zh.M., Kozhebayeva A.S.

On the numerical solving of a linear boundary value problem for the system of loaded differential equations with multipoint integral condition

Summary. A linear boundary value problem for the system of loaded differential equations with multipoint integral condition is considered. The method of parameterization is used for solving the considering problem. The linear boundary value problem for the system of loaded differential equations with multipoint integral condition by introducing additional parameters at the loading points is reduced to an equivalent boundary value problem with parameters. The equivalent boundary value problem with parameters consist of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters, multipoint integral condition and continuity condition. The solution of the Cauchy problem for the system of ordinary differential equations with parameters is constructed using the fundamental matrix of the differential equation. The system of a linear algebraic equations with respect to the parameters are composed by substituting the values of the corresponding points in the built solutions to the multipoint integral condition and the continuity condition. Numerical method for solving of the problem is suggested, which based on the solving of the constructed system and method of Runge-Kutta 4-th order for solving of the Cauchy problem on the subintervals.

Key words: boundary value problem, parameterization method, loaded differential equation, integral condition.

УДК 621.424, 621.422

С.Н. Ахтанов, А.С. Амангелді, Қ.Қ. Бейсембаева, А.А. Құйқабаева

(әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; zhanochka555@mail.ru)

ХАОСТЫ ГЕНЕРАТОРЛАРДЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ ТАРАТҚЫШ-ҚАБЫЛДАҒЫШ

Аңдатпа. Қазіргі уақытта информациялық технологиядағы және техникалық құрылғыларды түрлендіруді жүзеге асырудағы, информацияны жіберу мен сақтаудағы телекоммуникациялық жүйелердегі жаңа зерттеулерде ғана емес, сондай-ақ қазіргі уақытқа дейін белгілі зерттелген тапсырмаларда, мысалыға информацияны сақтаудың жылдам даму қарқыны өсіп келеді. Зерттеудің актуалдығы информацияны қорғау болды және солай болып қалмақ. Бұл тапсырманың шешімі хаосты сигналдың қолданылуымен байланысты. Хаосты сигналдың қолданылуымен байланыс техникасы жеткіліксіз зерттелген және қазіргі уақытта дамып келеді. Кең жолақты хаосты тербелістердің байланыс жүйесіне қатысты жұмыстардың саны әрдайым

• Физико-математические науки

өсуде. Бұл бағыт бейсызық динамиканың дамуының нәтижесінде алынған динамикалық немесе детерминирленген хаос деп аталатын құбылыстан кейін пайда болды. Белгілі бір шарт негізінде кейбір динамикалық жүйелерде спектрі қарапайым шум процессінің спектрінен айырмашылық жасамайтын ерекше типті бейсызық тербелістердің пайда болатыны анықталған, бірақ осы тербелістерді жүзеге асыру үшін қолданылатын белгілі алгоритмдері бар.

Түйін сөздер: Ақпарат, бейнелеу, хаосты тербелістер, детерминирленген хаос, амплитудалық модуляция.

Кіріспе

Детерминирленген хаосты генераторлардың негізгі қасиеті олардың үлкен информациялық сыйымдылығында болып табылады, ал информацияны жіберу жүйесінде олардың қолданылуы белгілі бір детерминирленген алгоритмнің болуын қажет етеді.

Техникалық тапсырмаларды шешу кезінде телекоммуникациялық жүйелерде және информацияны жіберу жүйесіндегі детерминирленген хаостың қолдануымен байланысты пайда болатын қиыншылықтар берілген параметрлермен хаосты тербелістерді алу және оларды басқарудағы сұрақтардың қажеттілігімен негізделген. Сондықтан да хаос генераторының физикалық моделін жасау және олардың құрамын зерттеу детерминирленген хаостың қолданысы негізінде жұмыс жасайтын байланыс жүйесін құру үшін техникалық тапсырмаларды шешудегі керекті бастама болып табылады.

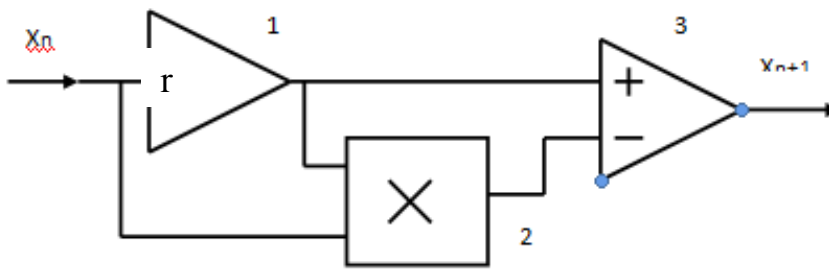
Қазіргі жұмыста динамикалық хаос негізіндегі телекоммуникациялық жүйе қарастырылады. Аналогты генератор ретінде танымал логистикалық бейнелеу динамикалық жүйесін қолдандық. Логистикалық бейнелеудің аналогты моделі детерминирленген хаосты генераторды құруда бұрын сонды қолданылмаған.

Логистикалық бейнелеу негізіндегі телекоммуникациялық жүйе моделі.

Электронды генератор сұлбесі “логистикалық бейнелеу” теңдеуі негізінде құрастырылды [1]:

$$X_{n+1} = rX_n(1 - X_n), \quad (1)$$

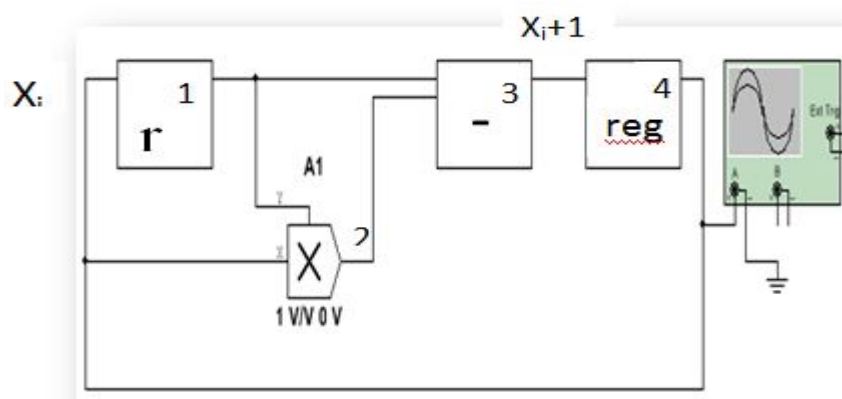
мұндағы X_{n+1} - құрылғының шығысындағы тасымалдаушы сигнал, r - басқарушы параметр (сурет 1).



1-сурет. Аналогты модельдеу қатынасының сұлбасы :
 r күшейткіші бар күшейткіш, 2- аналогты көбейткіш, 3- дифференциалды күшейткіш.

Схеманың орындалуы екі аналогты интегралды схеманың және компоненттердің қолданылуымен жүзеге асты. Бұл схемада универсалды екіканалды операциялы күшейткіш [2-3] (НВ1), дифференциалды күшейткіш (НВ2), көбейткіш МРҮ634 и регистр (reg) қолданылды. Әрбір күшейткіш виртуалды операциялық күшейткіштің қолданылуымен жүзеге асты.

Хаосты динамиканың қызықты ерекшеліктерінің бірі бастапқы шартқа сезімталдығы. Бұл сезімталдықтың нәтижесі кеңістікте жақын, жылдам таралатын және біршама уақыт өткеннен кейін корреляцияланаған түрге айналатын, екі нүктеден шығатын екі ретсіз траектория болып табылады. Бастапқы күйді физикалық өлшеу әдетте кейбір қателіктердің санымен байланысты және бастапқы мәнге сезімталдылығы оның алдағы ұзақ мерзімді уақыттағы хаосты орбитаны анықтаудың мүмкін еместігіне алып келеді..



2-сурет. Логистикалық бейнелеу генераторының аналогтық блок-схемасы мұндағы, 1– γ күшейту коэффициенті, 2– аналогты көбейткіш, 3– дифференциалды күшейткіш, 4– регистр

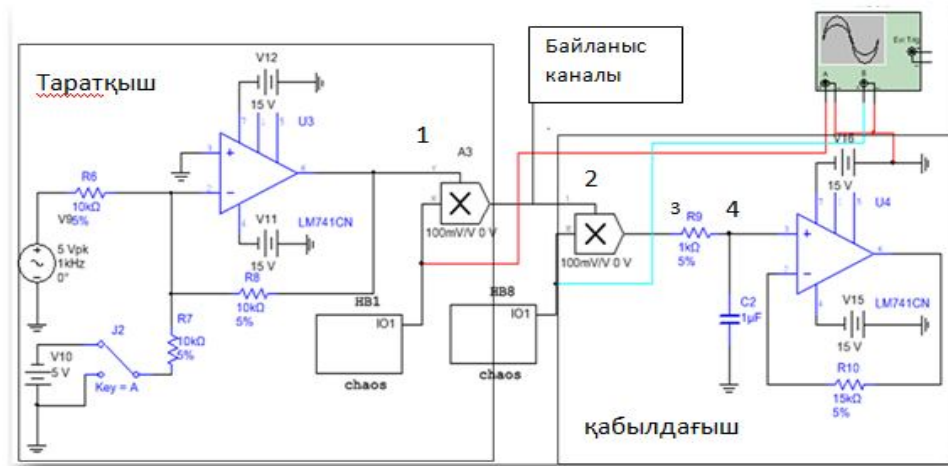
Тізбекте оң теріс байланыстың болуы, сигналдың бейсызық түрлендіргіш арқылы өткен сайын өзгерістерді (1) қатынас бойынша өзгерістерге төтеп бере алады. Бұл барлық процеске $n \rightarrow \infty$ болғанда $X_1 \rightarrow X_n$ түрлендіруімен сәйкестендіреді.

Сондықтан да анықталған n кезінде хаостың пайда болуын байқауымыз керек. Осындай қорытынды (1) теңдеуі $n \rightarrow 4$ болғанда анықталмаған шешімге ие болады (хаос). Жұмысты зерттеу барысында γ күшейту коэффициентінің әр түрлі мәндерінде жағсы нәтижелер алынды, яғни хаос пайда болатын теориялық мағынасы бар n коэффициенті кезінде жақсы сәйкестіктер алынды.

Радиобайланыс жүйесі [4] мына принципке негізделген: радиотаратқыштағы жасақталған жоғарғы жиіліктегі электр тербелісі антенна арқылы өзін қоршаған кеңістікке электромагниттік толқындар түрінде тарайды. Одан әрі бұл толқын радиоқабылдағыш антеннасына жетіп, қабылданып, онда керісінше сол жиіліктегі электр тербелісіне айналдырылады. Осы тұрғыдан қарағанда радиобайланыс орнату аса күрделі мәселе емес тәрізді көрінуі мүмкін. Ол үшін бар болғаны микрофондағы дыбыс толқындарын, сәйкес жиіліктегі электромагниттік толқындарға айналдырып таратып, қабылдағышта қайтадан дыбыс толқындарына айналдыру жеткілікті сияқты.

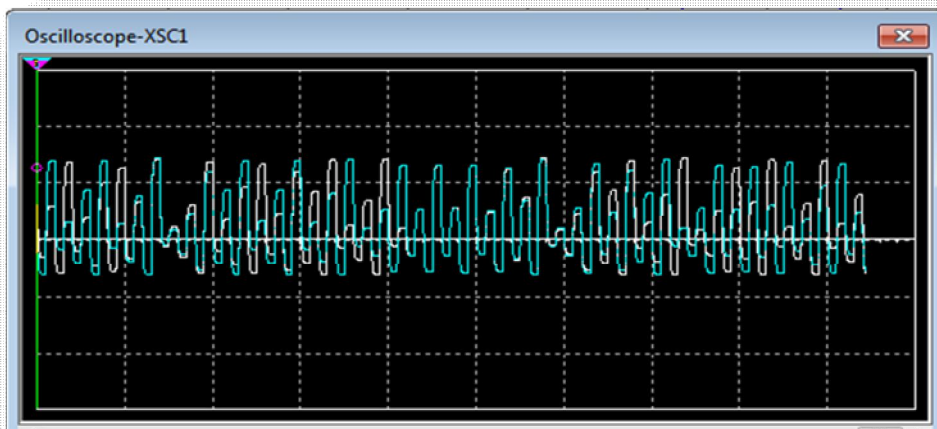
Бір қарағанда осылай оңай көрінген бұл мәселе шындығында біз ойлағаннан әлде қайда күрделі. Себебі электромагниттік толқын шығарудың қуаты жиіліктің төртінші дәрежесіне пропорционал. Осының салдарынан дыбыс жиілігіндей төменгі жиіліктегі электромагниттік толқындар мүлдем шығып тарамайды десе де болады. Сондықтан, жиілігі төмен толқындарды таратудың бірден-бір жолы оны тарату үшін жиілігі жоғары толқындарды пайдалану. Мұндай мүмкіндік шындығында бар. Ол үшін жоғарғы жиіліктегі тербелістердің қандай да бір параметрлерін төменгі дыбыс жиілігіне сәйкес өзгерте отырып электромагниттік толқындар тарату қажет. Жоғарғы жиіліктегі толқындардың көмегімен осылай төменгі жиіліктегі мағұлматтарды тарату әдісін модуляциялау деп атайды. Модуляциялау кезінде жоғарғы жиіліктегі толқындардың қандай параметрінің өзгергеніне байланысты амплитудалық модуляция, жиілік және фазалық модуляциялары болуы мүмкін. Амплитудалық модуляцияның ерекшеліктерімен мына жерден танысуға болады. Ал осылай модуляцияланған толқындар радиоқабылдағыштарға жетіп қабылданған соң, керісінше, жоғарғы жиіліктегі электромагниттік толқындардан дыбыс жиілігіндегі сигналдарды ажыратып алу қажет. Бұл процессті демодуляциялау немесе детекторлау деп атайды. Детектор ретінде жоғарғы жиіліктегі токты тек бір бағытта ғана өткізетін жартылдық диодтар қолданылады.

Соның негізінде Multisim ортасында [5] амплитудалық модуляция сұлбесі жиналды (сурет 3). Логистикалық бейнелеу генераторынан тасымалдаушы сигнал алынды. Оның жиілігі информациялық сигналдан біршама жоғары болды. Демодуляция ретінде де логистикалық бейнелеу генераторы қолданылды. Екі генератордың сигналдар формасы сәйкес келуі міндетті еместігі, қалпына келтірілген сигналдан байқалады. Қалпына келтірілген сигнал жіберілген сигналмен ұқсас болып шықты.

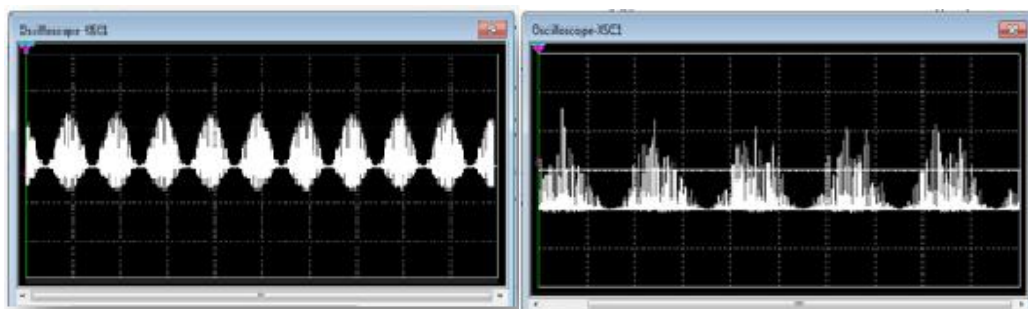


3-сурет. Хаосты сигналы бар информациялық сигналдың модуляциясы

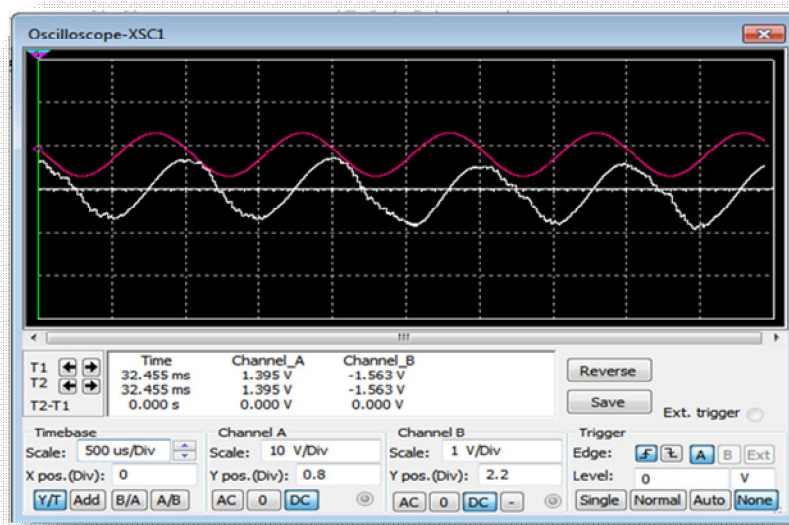
Сурет 3-те информациялық сигнал логистикалық бейнелі хаосты сигналмен модуляцияланды. 1кГц жиілігі бар информациялық сигналды тасушы сигналмен араластырамыз. Тасушы сигнал ретінде екі бірдей хаосты сигналдарды аламыз. Екі конденсатордың әрқайсысы таңдау және кідіріс блоктарын сипаттайды [6-7]. S1 & S2 кілттері (сурет-6) келесі тәртіп бойынша жұмыс жасайды, яғни олардың біреуі жабық болғанда, екіншісі сол уақытта ашық болады. Осы уақытта X-тің соңғы мәні S1 кілтін жабқанда, S2 кілті ашық болып қалады және X алғашқы мәні C2-де қалады. Соңғы мәннен кейін кілт C1-ге жібереді, S1 ашық және S2 жабық. Кейін C2 соңғы мәнге дейін зарядтайды және X-тің келесі мәні есептелінеді. Сурет-4-де логистикалық бейнелеудің генераторының реализациясын аламыз. Сурет 6-те алынған сигнал және информациялық сигналдың бірдей емес екендігін байқаймыз. Ол хаостың әсерінен бұрмаланады.



4-сурет. Логистикалық бейнелеу генераторынан алынған реализациялар



5-сурет. 2-ші нүктедегі модульденген сигнал, 3-ші нүктедегі демодульденген сигнал



6-сурет. Информациялық сигнал (қызыл) және қалпына келтірілген сигнал(ақ)

Қорытынды

Нәтижесінде төмен жиілікті филтрден өткізгеннен кейін қалпына келтірілген сигналды аламыз. Бұл сигналдан бастапқы информациялық сигналдан сәл айырмашылығы байқалады. Өйткені тасушы сигнал ретінде хаосты сигнал алынғандықтан бұрмалану болды.

Хаотикалық сипаттағы математикалық жүйелер детерминирлі болады, яғни, әлдебір заңдылыққа қатаң бағынады, белгілі бір мағынада реттелген. «хаос» сөзіне бұлай интерпретация берілуі, оның әдеттегі қолданыстағы мағынасынан бөлектеу. Физика ғылымының жекелей бөлімдері – кванттық хаос теориясы – детерминирленбеген кванттық механика заңдарына бағынған жүйелерді, зерттейді. Хаотикалық сипатта сұрыпталған динамикалық жүйенің келесідей қасиеттері болуы керек[9]: 1. Ол бастапқы шартқа өте сезімтал болуы керек. 2. Оның топологиялық араластық қасиеті болуы керек. 3. Оның периодты орбитасы барлық жерде тығыз болуы қажет. Хаостың туындауының дәлірек математикалық шарттары төмендегідей болады: жүйенің сипаты сызықты емес болуы, глобалды тұрақты, бірақ ең болмағанда тербеліс түрдегі тұрақсыздықтың бір нүктесі болып, жүйенің өлшемі 1,5 – тен кем болмағаны дұрыс. Сызықты жүйелер ешқашан хаотикалы бола алмайды. Динамикалық жүйелер хаотикалы болуы үшін, ол сызықты емес болуы қажет. Пуанкаре-Бендиксон теоремасы[10] бойынша, үзексіз динамикалық жүйелер жазықтықта хаотикалы бола алмайды. Үзексіз жүйелер ішінде хаотикалық сипат, тек, жазық емес кеңістік жүйелері (ең болмағанда үш өлшемді немесе евклидті емес геометрия болуы міндетті). Бірақ, дискретті динамикалық жүйе белгілі бір кезеңде, бір немесе екі өлшемді кеңістікте хаотикалық сипатта болады. Бұл жүйелердің бастапқы шартқа сезімталдығы, алғашқыда барлық нүктелер бір-біріне жақын орналасып, уақыт өте өз ара қашықтау траекториясы тым алшақтай бастайды. Сондықтан, ағымдағы траекторияның еркін түрде шамалы өзгеруі, оның келешектегі сипатының кең көлемде өзгеруіне соқтырады. Айтылып отырған, екі қасиет бастапқы шартқа сезімталдығының көрсеткіші болады (альтернативі, хаосты анықтаудың әлсіз түрі жоғарыда келтірілген тізімдегі бірінші екі қасиетті қолданылуы).

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Жанабаев З.Ж., Ахтанов С.Н., Новый метод исследования бифуркационных режимов по реализации динамической системы // Вестник КазНУ. Серия физическая № 1 (44), 2013, с.67-78.
- [2] Жанабаев З. Ж, Байболатов Е. Ж, Темирбаев А. А, Динамическая система с фазовым управлением структуры хаоса // Алматы
- [3] Кузнецов А.П., Кузнецов С.П., Рыскин Н.М. Нелинейные колебания, М.: Физматлит, 2002, 292 с.
- [4] Анищенко В.С., Астахов В.В. и др. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах. Москва-Ижевск: ИКИ, 2003, 544 с.
- [5] Madhekar Suneel., Electronic circuit realization of the logistic map // Sadhana, Vol. 31, Part 1, February 2006, pp. 69–78.

[6] Akhtanov S. N., Zhanabaev Z. Zh., Zaks M. A., Sequences of gluing bifurcations in an analog electronic circuit // *Physics Letters A*.-2013.-Vol. 377.-P.1621–1626.

[7] Жанабаев З.Ж. и Ахтанов С. Н., Универсальное отображение перемежа-емости // *Вестник КазНУ. Серия физическая* №2 (37). 2011, с. 15-2

[8] Nikolay F. Rulkov, Modeling of spiking-bursting neural behavior using two-dimensional map. *PhysRevE*, Vol. 65, 041922 (2002)

A. Neiman and D.F. Russell, Models of stochastic biperiodic oscillations and extended serial correlations in electroreceptors of paddlefish. *Phys. Rev. E*. 71, 061915 (2005)

[9] Z. Zh. Zhanabaev and T. Yu. Grevtseva, Fractal properties of nanostructured semiconductors // *PhysicaB: Condensed Matter*, Vol. 391, № 1, 12-17 (2007)

Ахтанов С.Н., Амангелди А.С., Бейсембаева К.К., Куйкабаева А.А.

Приемо- передатчик на основе хаотического генератора

Резюме. В настоящее время в условиях быстрого развития информационных технологий и совершенствования технических средств обработки, передачи и хранения информации, растет не только количество новых задач в телекоммуникационных системах, но и количество технических решений уже известных, традиционных задач, например защита информации, использование хаотических колебаний для передачи информации, повышение энергетической эффективности телекоммуникационных систем. Одно из направлений решения защиты информации связано с использованием хаотических сигналов (ХС). Техника связи с использованием ХС недостаточно проработана и в настоящее время продолжает развиваться. Это направление связано с использованием широкополосных хаотических сигналов (ШХС). Количество работ, посвященных применению в системах связи широкополосных хаотических колебаний, постоянно растет. Это направление появилось после того, как в результате развития нелинейной динамики было открыто явление, названное динамическим или детерминированным хаосом. Было обнаружено, что в некоторых динамических системах, при определенных условиях, возникают особого типа нелинейные колебания, спектр которых не отличается от спектра нормального шумового процесса, но при этом существует определенный алгоритм, используя который, можно эти колебания воспроизвести.

Ключевые слова: Информация, отображение, хаотическое колебание, детерминированный хаос, амплитудная модуляция

Akhtanov S.N., Amangeldi A.S., Beisembayeva K.K., Kuykabaeva A.A.

Receiver-transmitter on the basis of chaotic generator

Summary. Currently, with the rapid development of information technology and improvement of the technical means of processing, transmission and storage of information, increasing not only the number of new tasks in telecommunications systems, but also the number of technical solutions are already known, the traditional problems, such as the protection of information, the use of chaotic oscillations for transmission information, improving the energy efficiency of telecommunication systems. One of the areas of information security solutions involves the use of chaotic signals (CS). Equipment connection with the use of cholesterol poorly conceptualized and currently continues to develop. This trend is associated with the use of broadband chaotic signals (SHHS). Number of works devoted to the use of communication systems broadband chaotic oscillations, is constantly growing. This trend appeared after as a result of nonlinear dynamics was discovered phenomenon called dynamic or deterministic chaos. It has been found that in certain dynamic systems, under certain conditions, there are a special type of nonlinear oscillation, whose spectrum does not differ from that of normal noise process, but there is an algorithm using which these fluctuations can be reproduced.

Key words: Information, maps, chaotic oscillations, deterministic chaos, amplitude modulation