

ӘОЖ 62.7.85

НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БАСҚАРЫЛАТЫН ҚАНАТТЫ ЗЫМЫРАНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Маликова Әсем Ғабитқызы

malikova.assem@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ғарыш техника және технологиялар Кафедрасының 4-ші
курс студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші- Х.Молдамурат

Қазіргі таңда зымыран өнеркәсібі қарқынды дамып келеді. Зымыранның бастапқы берілген траектория бойымен тікелей ұшуы жеткіліксіз. Онымен қоса, зымыран әртүрлі факторлардың өзгеруіне байланысты нысанаға жету үшін өзінің траекториясын өзгерте алуы керек. Бізге зымыранның ұшуын автоматты түрде түзететін, оған әсер ететін әртүрлі факторларға негізделген траекториясының қателіктерін түзететін басқару жүйелері қажет. Бұнда бізге жасанды интеллектке негізделген автоматты басқару жүйесі көмектеседі.

Бұл мақалада ұшуды басқаратын қанатты зымыранның жасанды интеллект жүйесін қарастырады. Қанатты зымыран қорғаныс пен армияда кеңінен қолданылады. Қанатты зымыран жерге жақын ұшады және ұшу кезінде өте жылдам маневр жасайды. Қанатты зымыранды нысанаға алып, мақсатқа жету өте қиын, сондықтан басқару жүйесі жасанды интеллектке жасанды нейрондық желі әдістерін қолданды. Егер қанатты зымыранды басқару жүйесі әдеттегі жүйемен басқарылса, онда көптеген параметрлер мен күрделі математикалық модельдер қажет. Бұл басқару жүйесін есептеу үшін көп ресурстар мен уақытты қажет етеді. Қанатты зымыран нейрондық желі негізінде басқарылса өте тиімді. Оның ұшуын түзету аз уақытты алады және ұшу кезінде өте жылдам маневр жасайды. Сондай-ақ, зымыран кез-келген күрделіліктің жылдам және дәл шешімдерін қабылдайды. Мақалада қанатты зымыранды сынау үшін виртуалды бағдарламалық тренажер жасалды. Бұл бағдарламалық қамтамасыздандыру MATLAB R2020a-да C ++ бағдарламалау тілінде жазылған. Тренажер сынақтан бұрын қанатты зымырандардың түрлерін, модельдерін және мақсаттарын таңдайды. Симулятордағы таңдалған қанатты зымыранның ұшу параметрлері(уақыт моменті

t , ұшу ауқымы x , ұшу биіктігі Y , ұшу жылдамдығы V және траекторияның көлбеу бұрышы рад., маневрлік бағыттар және сыртқы күштер). Тренажер зымыранның ұшу жолын есептер алгоритмі арқылы тексереді. Қанатты зымыранды бағдарлау бойынша сынақтар кезінде нысанаға тиудің дәлдігі, сондай-ақ ұшу траекториясының дәлдігіндегі қателерді азайту және жою есептеледі. Бұл виртуалды бағдарламалық тренажер кез-келген қанатты, реактивті зымырандарды және жердегі, ұшатын нысандарды виртуалды сынауға арналған. Виртуалды бағдарламалық симуляторды әскери мақсаттағы ғарыш қызметі саласында жоғары білімі бар ғарыш саласының мамандары, әскери білім беру саласында жерүсті ұшатын объектілеріне практикалық сынақтар жүргізу кезінде пайдаланады.

Бұл жұмыстың мақсаты - жасанды нейрондық желі негізінде қанатты зымыранның ұшуын басқару жүйесін әзірлеу.

Зерттеу мәселесі келесідей: Қанатты зымыранды нейрондық желіде басқаратын жүйені құру үшін қандай алгоритм жасау керек?

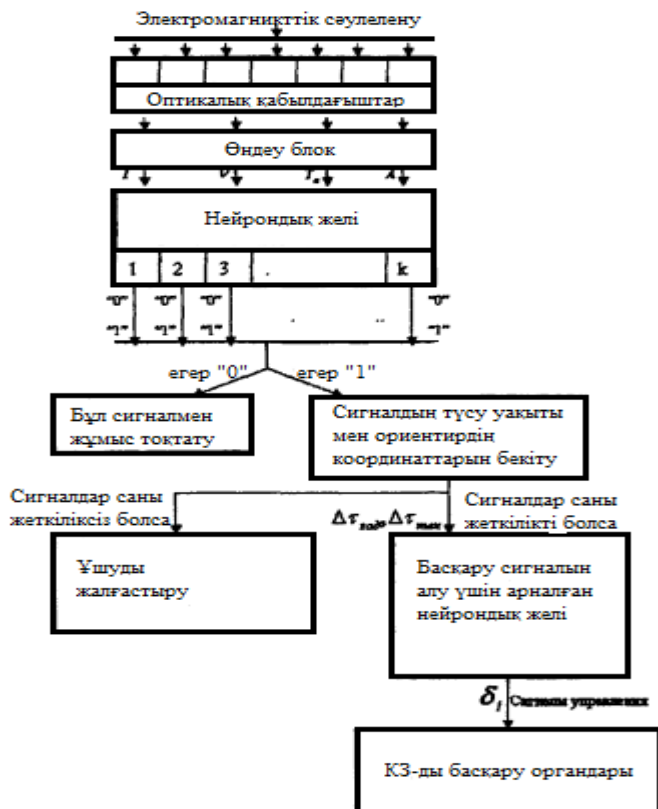
Келесі міндеттер қойылды:

- Жасанды нейрондық желі негізінде ақпарат өңдеу жүйесін жобалау міндетін қою;
- Қанатты зымырандардың автоматты басқару жүйелерін түсіну;
- Қажетті параметрлерді беру және оқыту процессін жүргізу;
- Алгоритмді жасау;

Жасанды нейрондық желі арқылы ұшатын зымыранның симуляциясын жасап, траекториясын бақылау;

- Шыққан нәтижені тексеріп, жұмыс қабілетін дәлелдеу.

Жасанды нейрондық желіге негізделген реттеуштің басты артықшылығы - объектіні басқару ережелерін қалыптастырудың қарапайымдылығы мен көрнекілігі.



1-сурет. Қанатты зымыранды нейрондық желі негізінде басқару жүйесінің жалпы

Мысалы, зымыранды шабуыл бұрышы бойынша басқару жүйесінде нейрондық желіні қолдану, сигналды өңдеу уақыты мен сапасын арттырады. Бұл жүйеде Оптикалық Құрылғыдан(ОҚ) келіп түскен сигнал өңдеу блогы арқылы бірқабатты нейрондық желіге түседі, өз кезегінде нейрондық желі ориентирлерді тану және классификациялау блогын алмастырады. Әрбір сигналды өндегеннен кейін, егер сигнал кедергіге жатқызылған болса, барлық НЖ шығыстарында «0» көрсетіледі және бұл сигналмен жұмыс тоқтатылады. Егерде НЖ шығыстарының бірінде «1» көрсетілсе, онда бұл сигналмен жұмыс ары қарай жалғастырылып, сигналдың келген уақыты, ориентирдың координаттары тіркеледі. Осылайша барлық сигналдар өңделеді және өңдеу нәтижесі бойынша ориентирлер саны аз болса, ҚЗ өзінің ұшуын жалғастырады. Ал, егерде өңдеу нәтижесі бойынша ориентирлер саны жеткілікті болса, бұл ақпарат нейрондық желіге түсіп, басқару сигналдырының есептеулері ары қарай ҚЗ басқару органдарына беріледі. Осылай ҚЗ ұшу траекториясының өзгеруі жүзеге асады. ҚЗ нейрондық желі негізінде басқару жүйесінің жалпы құрылымдық схемасы 1-ші суретте көрсетілген.

Жұмыста НЖ-ті оқыту кезінде тікелей және градиент әдістерінің тіркесімін қолдану ұсынылады, бұл берілген дәлдікпен Ғаламдық минимумды табу үшін қажетті есептеулер көлемін едәуір азайтады. Мұндай комбинация ретінде градиент әдісі мен LP іздеу әдісін қолдану ұсынылады.

Әрі қарай, оның басқару жүйесінде НЖ қолдана отырып, ҚЗ қону міндеттері шешіледі. Уақыттың әр сәтінде ҚЗ ОҚ түсетін сигналдарды өңдеу үшін, тану және жіктеу мәселелерін сәтті шешетін көп қабатты, сызықты емес НЖ қолдану ұсынылады. Онда оған кіретін әрбір кіріс векторы өңделеді, бұл t , X , Y , V , u параметрлердің жиынтығы. Әрбір кіріс векторын өңдеу нәтижелері бойынша ол жалған сигналға немесе ориентирден келген сигналға жатады. Әрі қарай, пайдалы сигнал тұзақтың қай бөлігінде осы сигналды шығаратын нұсқаулық бар екеніне байланысты белгілі бір сыныпқа жатады. Толық оқытылған желі белгілі бір сигнал кедергіге немесе индикатордың сәулеленуіне қатысты ма, сондай - ақ ол қай бағытқа қатысты деген сұраққа жауап береді.

Біздің жағдайда НЖ-де x векторымен ұсынылған 5 нейрон бар(t , X , Y , V , u) және 4 шығыс нейрон, мүмкін болатын класстардың максималды санына сәйкес, сигналдық белгілерден кіріс сигналдары бөлінуі мүмкін.

Оқудан кейін желі салмағының матрицасы алынды.

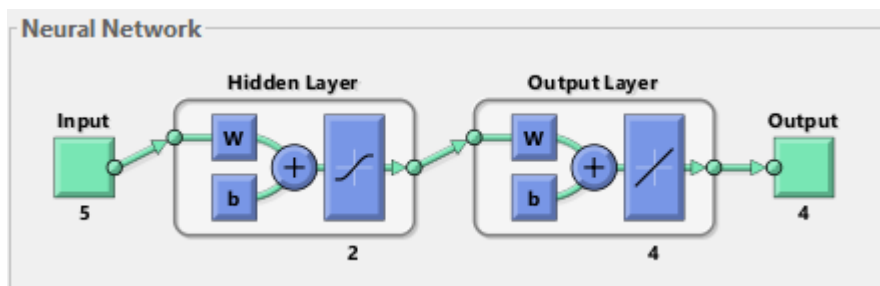
НЖ-ге түскен барлық сигналдарды кеңістіктік-бұрыштық позицияны өлшеудің жаңа әдісін қолдана отырып өндегеннен кейін, қазіргі жағдай есептеледі.

Осы ережеге сүйініп, біздің жоғарыдағы функцияны біздің зымыран басқару жүйесіне талай жасап, қарапайым сөзбен айтқанда НЖ басқару келесі алгоритм бойынша жұмыс жасайды:

1. Егер нормадан асып кетсе және ауытқу өсіп, өсу қарқыны жоғарыласа, біз оны азайтамыз;
2. Егер норма өзгермесе және жылдамдық тұрақты болса, онда біз оны өзгертпейміз;
3. Егер нормадан аз болса және құлау жылдамдығы артып кетсе, онда біз көбейтеміз.

Реттегіш құру үшін мен осы жұмыста MATLAB программасын қолданамын. MATLAB программасын ашып арнайы neural network tools деп аталатын бөлек бөлім бар. Осы бөлімде нейрондық желі бөлімін таңдап, оны жұмыс тақтасына енгіземіз. Кейін оған

кірісіне x векторымен ұсынылған 5 нейрон береміз, ал шығысында 4 классқа жіктелген шығыс сигналдарын аламыз. Нәтижесінде келесі схема пайда болды:



2-сурет. Ақпаратты өңдеу үшін арналған нейрондық желінің схемасы.

Нейрондық желіні оқыту алгоритмі келесі әрекеттерге дейін азаяды:

1. Кіріске оқыту жиынтығынан k -бейнесі беріледі.

2. $e_k = f(y_k) - z_k$ қатесі есептеледі.

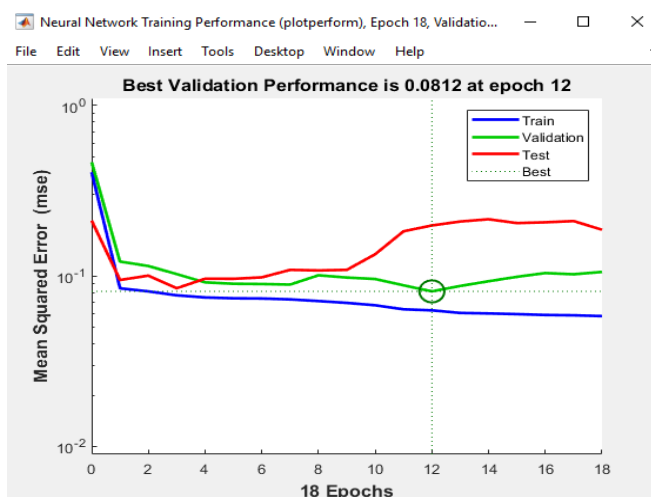
3. Егер $e_k = 0$ болса, онда W салмақ өзгермейді.

4. Егер $e_k \neq 0$ болса, онда қатені күшейтетін салмақ коэффициенттері өзгереді (XI нөлдік емес мәндерге сәйкес келетін w_i):

$$w_i \leftarrow (w_i - \text{sgn}(e_k)x_i) \quad (1)$$

(осы сипаттамамен оқу қадамы бірлікке тең, ал нейронның шегі бірнеше есе үлкен болуы керек).

5. ЕК қатесі есте қалады. 1-6 қадамдар барлық жаттығу жұптарында қайталанады. Оқу қатесі есептеледі. Егер $E > 0$ болса, онда 1-қадамға өтіңіз.



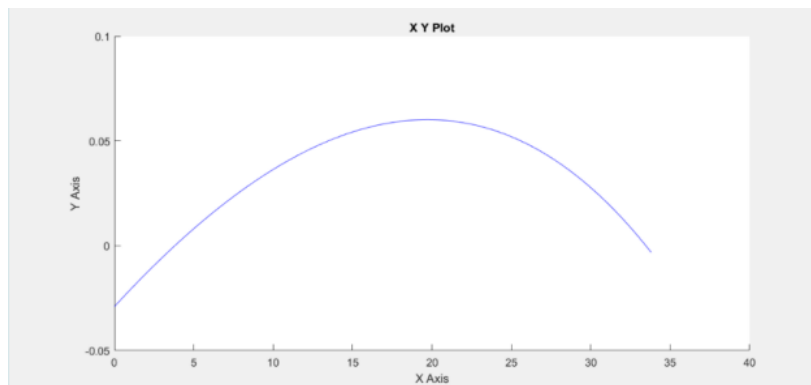
3-сурет. Нейрондық желіні оқыту нәтижесі.

Горизонтқа бұрышпен лақтырылған дененің ұшу мәселесін шешу үшін біз ұшу мәселелерін шешуге арналған aerospaceblockset кітапханасының блоктарын қолданамыз.

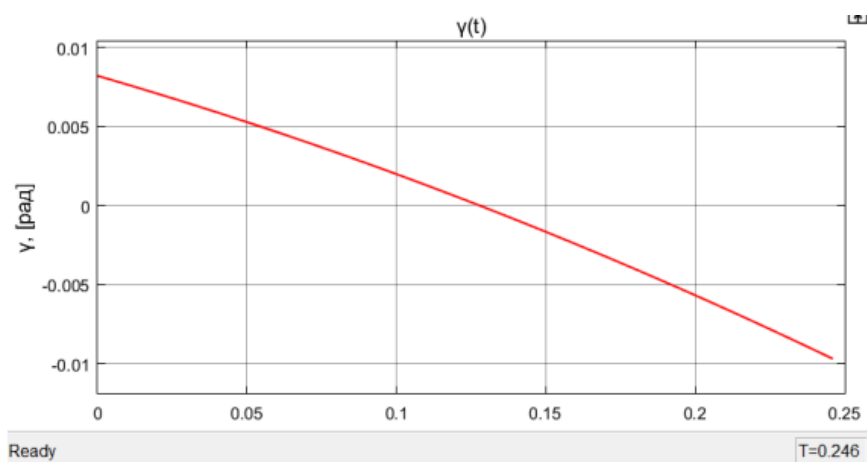
Бізге қажет бірінші блок-4th OrderPointMass (Longitudinal). Бұл блок материалдық нүктенің (МТ) аудармалы қозғалысын есептейді. Онда көтеретін бастауыш көлбеу траекториясының бұрышы, жылдамдығы, қашықтығы мен биіктігі. Кіріс шамалары-шай мен мен А күштері . Есептеу жүзеге асырылатын координаттар жүйесі келесідей: X_a осі ауа ағынындағы дененің қозғалыс жылдамдығының векторына бағытталған, ал Y_a осі X_a осіне перпендикуляр жоғары бағытталған. Осы блоктың X_F және z_F күштерін анықтау үшін Aerospace Blockset кітапханасынан 4thOrderPointMassForces (Longitudinal) блогы қолданылады. Осы есепте қолданылмайтын шамалар үшін (тартым, көтеру күші, жантаю және шабуыл бұрыштары) кіріс әсерін нөлге келтіреміз және бізге тек траекторияның көлбеу бұрышы мен бізге белгілі ауырлық күшінің мәндері қажет болады.

Келесі блок - бұл atmosphere Model COESA (Standard Atmosphere Extension to Committee). Осы блоктың көмегімен атмосфераның параметрлері (Тар,,,) есептеледі, 1976 жылғы АҚШ стандарты негізінде.

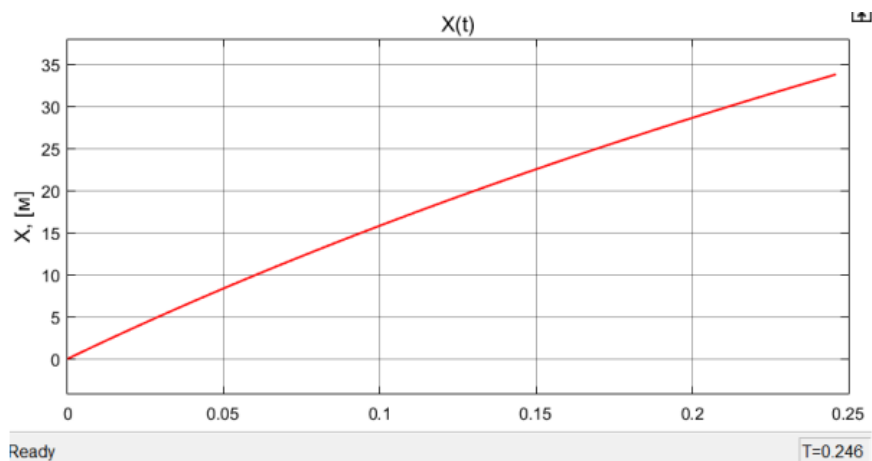
Яғни оқытылған, бейімделген, тестіленген дайын нейрондық желінің шығыс нейрон ақпараттары осы 4th OrderPointMass (Longitudinal) блогына беріледі. Аэродинамикалық есептеулердің график түрлері, шешімнің нәтижелері 4-7-шы суреттерде көрсетілген.



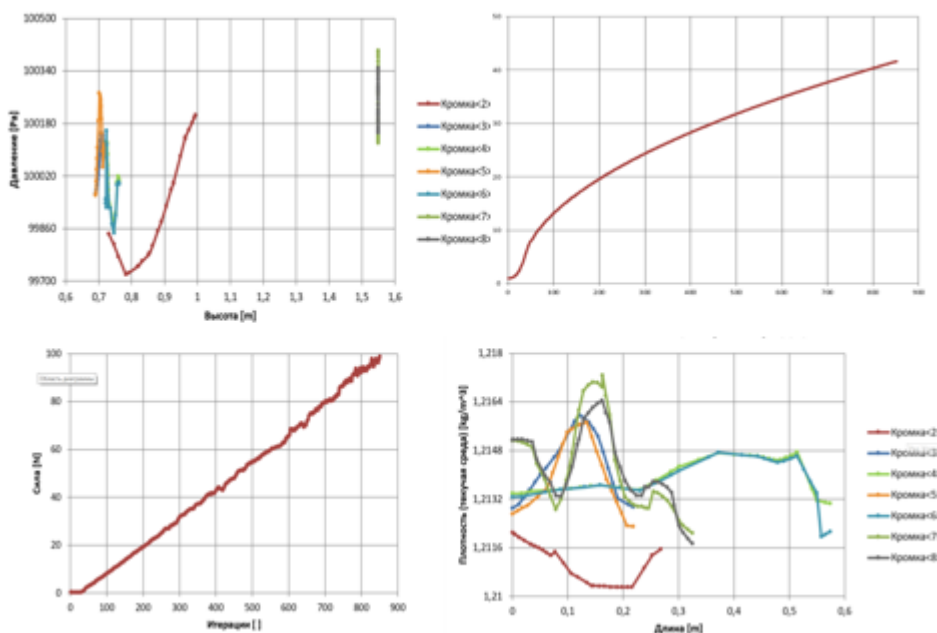
4-сурет. Атмосферадағы ҚЗ ұшу траекториясы.



5-сурет. Траекторияның көлбеу бұрышының ұшу уақытына тәуелділігі.



6-сурет Қашықтықтың ұшу уақытына тәуелділігі.



7-сурет Аеродинамикалық кедергілердің графиктері.

Нәтижесінде алынған параметрлер 1-ші кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Соңғы уақыттағы параметрлер мәні

№	Параметр	Matlab-да алынған нәтижелер.Simulink
1	Уақыт моменті t, с	0,246
2	Қашықтық, X, м	33,8053
3	Биіктік, Y, м	-0,00305
4	Жылдамдық, V, м/с	108,0
5	Траекторияның көлбеу бұрышы	-0,0097

Бұл мақалада жасанды нейрондық желі негізінде құрылған автоматты басқару жүйесін зерттелініп, оның функционалды, математикалық есептеулері жасалды. Нейрондық желінің

шамадан тыс кемшіліктері қарастырылып, оның тиімділігі анықталды. Нейрондық желіні автоматты басқарудың бағдарламалық коды жасалынып, нейрондық желі жүйесіндегі кодтың жұмыс принципі түсіндірілді. Осы жұмыс принципіне сәйкес, қанатты зымыранның нейрондық желісі MATLAB бағдарламасында модельдеу арқылы симуляция тұрғызылды. Оған бізге қажетті арнайы мағыналар мен терминдерді енгізіліп, сонымен қатар әртүрлі параметрлердің өзгеруі зымыранды басқару параметрлеріне қандай әсерлер мен реттегіштерге әкелетіні анықталды. Дайындалған жұмыстар:

- Нейрондық желі негізінде автоматты басқару жүйелері туралы әдебиет көздеріне шолу жасалды;
- Нейрондық желіге негізделген реттегіш зымыранды басқару үшін жоғары өтпелі процесті қамтамасыз ете алды;
- Нейрондық желі негізінде реттеуші оңтайландыру арқылы реттеу жүргізілді;
- Нейрондық желі негізінде ақпаратты өңдеу блогын жобалау міндеттері қойылды;
- Автоматты басқарылатын зымыран жүйелері зерттелді, жұмыстың негізгі принциптері анықталды;
- Қажетті параметрлер таңдалды және оңтайландырылды;
- Нейрондық желі арқылы ұшатын зымыранның модельдеуі жасалынды;
- Алынған нәтиже тексеріліп, жұмыс қабілеттілігі дәлелденді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Круглов В.В., Борисов В.В. “Искусственные нейронные сети.”, 2002. - 192 с.
2. Усков А. А., Кузьмин А. В. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. — М.: Горячая Линия — Телеком, 2004. — 143 с.
3. Haykin S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation, 2nd edition.
4. Gundy-Burlet K., Krishnakumar K., Limes G., Bryant D. Augmentation of an Intelligent Flight Control System for a Simulated C-17 Aircraft // J. of Aerospace Computing, Information, and Communication. – 2004. – Vol. 1, N 12. – P. 526 – 542.
5. Фирсов С.П. Нейросетевая система управления посадкой дистанционно-пилотируемого летательного аппарата: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МАИ, 2005. – 18 с.
6. Гончаренко В.И. Классификация траекторий летательных аппаратов с помощью методов искусственного интеллекта // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – № 4. – С. 54-60.
7. Владыко А. Г., Иванов С. А., Ульянов Г. Н. Оценка точности определения координат БПЛА модифицированными разностно-дальномерным и дальномерным методами // Морская радиоэлектроника. 2011. № 4. С. 8–11.
8. Дьяконов В. П., Круглов В. В. MATLAB. Математические пакеты расширения. Специальный справочник. СПб.: Питер, 2001. 480с.
9. Дьяконов В. П., Абраменкова И. В., Круглов В. В. MATLAB 5 с пакетами расширений. Под редакцией проф. В. П. Дьяконова. М.: Нолидж, 2001. 880с.
10. Галушкин А. И. Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов / Общ. ред. А. И. Галушкина. М.: ИПРЖР, 2000. Кн. 3.
11. The MathWorks, Inc. Neural Network Toolbox™ User’s Guide, 2008. 906с.
12. Mavris, D., “Introduction to Design of Experiments and Response Surface Methods.” AE6373: Advanced Design Methods I Lecture Notes, 2006.