



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA ELMİN İNKİŞAFI FONDU

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2015-ci ilin əsas qrant müsabiqəsi
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat
proqramlarının (EIF-KETPL-2015-1(25)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

YEKUN ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Xaos və sinxronlaşmanın informasiya təhlükəsizliyində, tibbi, müdafiə və ekoloji sahələrdə tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu**

Qrantın məbləği: **70000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/09/1-M-18**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **20 fevral 2017-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2017-ci il – 01 mart 2019-cu il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

Diqqət! Uyğun məlumat olmadığı təqdirdə müvafiq bölmə boş buraxılır

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə yerinə yetirilmiş işlər, istifadə olunmuş üsul və yanaşmalar

(burada doldurmalı)

Layihədə bərk cism fizikasında və qeyri-xətti dinamikada populyar olan və disiplinlər arası mahiyyətə malik Cozefson kontaktları arasında və bu kontaktların şəbəkəsində və şəbəkələrinin şəbəkəsində xaos və xotik dinamikanın sinxronlaşması kompleks şəkildə tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlar zamanı Cozefson kontaktları arasında əlaqə topologiyasının sinxronlaşmanın keyfiyyətinə təsirinin araşdırılmasına xüsusi diqqət ayrılmışdır. Həmçinin tədqiqatlar zamanı Cozefson kontaktları arasında əlaqə zamanının sabit və modulyasiyaya (o cümlədən xotik modulyasiyaya) məruz qaldığı hallarda kontaktlar arasında sinxronlaşmanın keyfiyyəti araşdırılmışdır. Belə modulyasiyalar həm süni, həm də təbii ola bilər (məsələn fluktuasiya nəticəsində). Araşdırmalar zamanı diqqət həm də Cozefson kontaktları arasında sinxronlaşmaya sistemlər arasında parametr uyğunsuzluğunun təsirinin öyrənilməsinə yönəldilmişdir. Bu araşdırma imkan verir ki, Cozefson kontaktlarının dinamikası arasında korelyasiya funksiyasının

hansı parametrlərə daha həssas olduğu müəyyənləşdirilsin. Küyün (noise) də korelyasiya funksiyasına təsiri geniş diapazonda tədqiq edilmişdir.

Layihədə həmçinin laser fizikasında, qeyri-xətti fizikada, optoelektronikada, elektro-optikada və eləcə də elmin bir çox sahələrində (məsələn neyron dinamikasında) adekvat model olan sahələr arası əhəmiyyətə malik olan İkeda sistemləri arasında, onların şəbəkələrinin şəbəkəsində xaosun sinxronlaşması hərtərəfli araşdırılmışdır. Qeyd edilməlidir ki, İkeda modeli, Cozefson kontaktları sistemlərindən fərqli olaraq həm də əks-əlaqə rəbitəsinə malik sistemdir. Araşdırmalar zamanı sistemlər arasında sinxronlaşma həm sabit əks-əlaqə rəbitəsi zamanı, həm də sistemlər arasında sabit əlaqə rəbitəsi zamanı öyrənilmişdir. Həmçinin, modulyasiya olunmuş həm əks-əlaqə rəbitəsi zamanı, həm də modulyasiya olunmuş əlaqə (bağlantı) zamanı da sinxronlaşmanın keyfiyyəti araşdırılmışdır.

Qeyd olunmalıdır ki, həm Cozefson kontaktları sistemi, həm də İkeda modeli riyazi cəhətdən funksional diferensial tənliklər sisteminə aiddir. Daha doğrusu zamana görə gecikən funksional sistemlərdir. Araşdırmalar zamanı müasir elmdə geniş tətbiq olunan funksional diferensial sistemlər üçün (zamana görə gecikən diferensial tənliklər misalında) Lyapunov-Krasovski və Lyapunov Razumixin funksional nəzəriyyəsinə və MATLAB proqramlarından istifadə olunmuşdur. Alınmış nəzəri nəticələr geniş kompüter simulyasiyalarının (MATLAB) nəticələri ilə də təsdiq edilmişdir.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (faizlə qiymətləndirməli)

(burada doldurmalı)
100%

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr** (onların yenilik dərəcəsi, elmi və təcrübi əhəmiyyəti, nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr aydın şəkildə göstərilməlidir)

(burada doldurmalı)

Elmi nəticələr

Cozefson kontaktları arasında əlaqə topologiyasının xotik sinxronlaşmaya təsirinin tədqiqi zamanı müəyyən olunub ki, kontaktların ardıcıl birləşməsi daha çox kontaktların sinxronlaşmasına əngəl yarada bilər. Müəyyən olunub ki, yüzlərlə, minlərlə Cozefson kontaktlarının xotik sinxronlaşması üçün vahid mərkəzdən idarə olunan Cozefson kontaktları şəbəkəsi, yəni paralel əlaqəyə malik kontaktlar toplumu daha cəzbedicidir. Nəzərə alsaq ki, bir Cozefson kontaktının süaləndirdiyi güc təxminən nano-Vt səviyyəsindədir, onda minlərlə koherent Cozefson kontaktlarından alınan güc təxminən 1 milli Vt səviyyəsində olar. Çünki, koherent halda alınan güc kontaktların sayının kvadratına mütənəsbidir. mVt səviyyədə və daha böyük güc isə tətbiq üçün adekvat hesab olunur. Önemli olan daha bir fakt odur ki, bu belə adekvat güc təxminən mikrometr ölçülü nümunələrdən alınır ki, bu da çox kiçik sahədə yerləşən Cozefson kontaktları şəbəkəsini ənənəvi Tera (10^{12}) Hers mənbələri ilə müqayisədə tətbiq üçün son dərəcə cazibədar edir. Cozefson kontaktları şəbəkəsindən alınan gücü artırmaq üçün belə kontaktların şəbəkələrinin şəbəkəsində sinxronlaşma tədqiq olunmuş və nəticədə müəyyən olunmuşdur ki, bu üsul daha yüksək gücə malik Tera Hers mənbələri yaratmağa imkan verə bilər.

Qoyulmuş problemin böyük praktiki əhəmiyyətini nəzərə alaraq araşdırmalar həm də real şəraitdə Cozefson kontaktlarının sinxronlaşması istiqamətində həyata keçirilmişdir. Belə ki, nəzərə alınmışdır ki, kontaktlar arasında əlaqə zamanı real həyatda fluktuasiya, küy hesabına modulyasiyaya uğraya bilər. Bu şəraitdə aparılan araşdırmalar müəyyən etmişdir ki, kontaktlar arasında əlaqə zamanının modulyasiyası (o cümlədən xotik modulyasiya) müəyyən şərtlər daxilində sinxronlaşmanın keyfiyyətinə cüzi təsir edir. Bu faktın özü də böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Digər bir mühüm problem isə Cozefson kontaktları arasında sinxronlaşmanı kontaktların parametr müxtəlifliyi şəraitində araşdırmaqla bağlı idi. Bu yöndə aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunub ki, hansı parametrlərin müxtəlifliyi sinxronlaşmanı faktiki olaraq heçə endirir, hansı parametrlərin müxtəlifliyinə isə sinxronlaşma daha robust münasibət göstərir.

Aparılan araşdırmalar zamanı müəyyən olunub ki, sinxronlaşma əksər parametrlər (relaksasiya parametri, idarə edən kontaktlarda sabit və dəyişən cərəyanı, kontaktlar arasında əlaqə zamanı) müxtəlifliyi üçün robustluq-dayanıqlılıq nümayiş etdirir. Ən azından parametr fərqliliyinin 20% qiymətlərində 90% -dən yuxarı sinxronlaşma keyfiyyəti müşahidə olunmuşdur. Eyni zamanda sinxronlaşmanın ən həssas olduğu parametr də müəyyən olunub: Bu-kontaktın qayda parametrinin (order parameter) zamana görə dəyişməsidir. Bu parametrin 5% müxtəlifliyi sinxronlaşmanı 50%-ə endirir ki, bu da tətbiqdə çox arzuolunmazdır. Ən əsası odur ki, tətbiq üçün şəbəkə hazırlayanda bu faktın nəzərə alınmasının üzə çıxarılmasıdır.

Layihədə həm də küyün (noise) Cozefson kontaktları arasında sinxronlaşmaya təsiri araşdırılmışdır. Qeyd edilməlidir ki, ümumilikdə küyün böyük intensivliyində sinxronlaşmanın keyfiyyəti aşağı düşür. Araşdırmalar zamanı bu tendensiya öz təsdiqini tapmışdır. Amma o da müəyyən olunmuşdur ki, küyün müəyyən intensivliyində sinxronlaşmanın keyfiyyəti azalmadan öncə maksimumdan keçir. Görünür, küyün sinxronlaşmaya təsirini nəzərə alanda ona da diqqət yetirmək lazımdır ki, küyün müəyyən optimal intensivliyində sinxronlaşmanın keyfiyyəti maksimumdan keçərək azalmağa doğru gedir.

Layihədə digər araşdırma obyektinə isə lazer fizikasında məşhur İkeda modeli olmuşdur. Layihədə İkeda modelləri şəbəkəsində və şəbəkələrinin şəbəkəsində xotik sinxronlaşma tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, şəbəkədə olan bütün elementlər-İkeda sistemləri bir-biri ilə sinxronlaşa bilər. Belə sinxronlaşmanın mövcudluq və kafi stabillik şərtləri nəzəri şəkildə müəyyən olunmuş və kompüter modelləşdirilməsi zamanı da təsdiqini tapmışdır. Cozefson kontaktları şəbəkəsindən fərqli olaraq, İkeda sistemləri şəbəkəsində həm əks-əlaqə zamanı, həm də sistemlər arasında əlaqə zamanı mövcuddur. Araşdırmalar zamanı müəyyən olunmuşdur ki, həm əks-əlaqə zamanının, həm də sistemlər arasında əlaqə zamanının modulyasiyası da müəyyən şərtlər daxilində İkeda sistemlərinin dinamikasının korelyasiyasına əhəmiyyətli təsir göstərmir. Bu nəticələr kompakt və yüksək intensivliyə malik lazer sistemləri üçün çox önəmlidir.

Layihədə həm Cozefson kontaktları, həm də İkeda modelləri arasında sinxronlaşma xotik dinamika şəraitində araşdırılmışdır. Tətbiq tələblərindən asılı olaraq xotik dinamika stasionar, periodik və ya kvazi periodik rejimə çevrilə bilər. Belə çevirmələr məsələn sistemlərin parametrlərinin seçimi hesabına həyata keçirilə bilər. Bu kontekstdə qeyd etmək lazımdır ki, alınan nəticələr həm də qeyri-xotik dinamika üçün də adekvat ola bilər.

Nəticələrin yenilik dərəcəsi

Layihədə alınan bütün nəticələr tam yenidir.

Nəticələrin elmi və təcrübi əhəmiyyəti

Nəticələrin elmi əhəmiyyəti bu araşdırmaların mürəkkəb sistemlərin kompüter simulyasiyasına verdiyi töhfə ilə bağlıdır: sinxronlaşma zamanı tədqiq olunan şəbəkələrin və ya şəbəkələrin şəbəkəsinin kompüter modelləşdirilməsi əhəmiyyətli dərəcədə sadələşir. Bu fakt çox böyük sərbəstlik dərəcələrinə və mürəkkəbliyə malik sistemlər üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Layihənin yerinə yetirilməsindən alınan nəticələr xaos əsasında kommunikasiya təhlükəsizliyi üçün tətbiq edilə bilər. Bu həm optik diapazon üçün (İkeda modeli əsasında laser xaosu), həm də TeraHers diapazon (Cozefon kontaktlarının bu diapazonda verdiyi TeraHers xaosu) üçün adekvat qəbul edilə bilər. Bu hallarda təhlükəsizlik "hardware" (avadanlıq) əsasında mümkün olan kriptografiyaya əsaslanır. "Software" (proqram) təminatına əsaslanan təhlükəsizlik komputerlərin informasiyanı emal etmək sürətinin ilbə-il artması ilə əlaqədar öz mövqelərini itirməyə başlayır. Ən təhlükəsiz sayıla biləcək kvant kriptografiyası isə hələ də arzu olunan səviyyədə deyil. Qeyd etmək lazımdır ki, "hardware" kriptografiyası həm ayrılıqda, həm də "software" kriptografiyası ilə birgə tətbiq oluna bilər. Qeyd olunmalıdır ki, "hardware" kriptografiyası zamanı ötürücü və qəbuledici sistemlər arasında sinxronlaşma (bu sinxronlaşma ötürülən informasiyanın qəbuledicidə deşifrə olunması üçün vacibdir) üçün bir neçə yüz parametrlərin uyğunlaşması tələb olunur ki, bu da müdaxilə edən üçüncü tərəf üçün real vaxt zamanında praktiki olaraq qeyri-mümkündür.

Xaotik lazer sistemləri arasında sinxronlaşma (sinxronlaşma əslində xaosun idarə olunmasının bir növüdür) insan beynindəki informasiya emalı üçün də istifadə oluna bilər. Məlumdur ki, məsələn epilepsiya xəstəliyi gözlənilmədən neyronların sinxronlaşması halında əmələ gəlir. Belə vəziyyətdə de-sinxronlaşma həyatı mənə daşıyır. Bundan əlavə bir sıra yolxucu xəstəliklərin yayılmasının modelləşdirilməsində də lazer sistemləri üçün tətbiq olunan modellər adekvat ola bilər. Belə halda invers sinxronlaşmaya gətirən hallar xəstəliklərin yayılmasının qarşısının alınmasında rol oynaya bilər.

Ümumilikdə sinxronlaşma həm lazer sistemləri üçün, həm də Cozefon kontaktları üçün intensiv elektromaqnit şüalanmasının mənbələrinin alınmasında mühüm rol oynaya bilər.

Nəticələrin istifadəsi və tətbiqi mümkün olan sahələr

Layihədə alınmış nəticələr elmin müxtəlif sahələrində istifadə və tətbiq oluna bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, layihədə alınmış əsas nəticələrdən biri Cozefon kontaktları şəbəkəsində sinxronlaşma hesabına tətbiq üçün adekvat gücə malik TeraHers radiasiya mənbələrinin yaradıla bilməsidir. Məlumdur ki, Cozefon kontaktları həm ənənəvi aşağı temperaturlu (təxminən 20 K), həm də yüksək temperaturlu (90-150 K) ifrat keçiricilərdə mövcuddur. Aşağı temperaturlu sistemlərdə dərin və bahalı soyutma sistemləri tələb olunur ki, bu da geniş tətbiq üçün iqtisadi cəhətdən elə də cəlbədicə görünür. Yüksək temperaturlu ifratkeçiricilər bu cəhətdən daha məqsədəuyğundur. Belə ifratkeçiricilərdən məsələn nümunə kimi Bi 2212 adı altında tanınan $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaSr}_2\text{O}_{8+x}$ keramik materialını göstərmək olar (x-stexiometrik tərkibdən kənar çıxmanı göstərir).

TeraHers mənbələrinin tətbiq və istifadəsi üçün kompakt, mobil, iqtisadi cəhətdən ucuz, daşınan,

yüngül qurğuların yaradıla bilməsi vacibdir. Layihədə həyata keçirilən tədqiqatlar göstərir ki, yüksək temperaturlu ifrat keçiricilərdə Cozefson kontaktlarının sinxronlaşması hesabına belə mənbələr yaratmaq olar və mümkündür.

1. Məlumdur ki, THz şüalar su buxarları tərəfindən güclü şəkildə udulur. Başqa sözlə, açıq atmosferdə belə şəraitdə bu dalğaların uzağa yayılması problemlə görünür. Amma bu faktın özünün olması THz şüalarının müəyyən sahələrdə tətbiqinə və istifadəsinə yol açır. Belə ki, kifayət qədər gücə malik olan Cozefson sistemləri hətta belə meteoroloji şəraitdə müəyyən hərbi məqsədlər üçün istifadə oluna bilər. Belə kontaktlar əsasında fəaliyyət göstərən kommunikasiya sistemləri düşmənin arxa cəbhəsində kiçik kəşfiyyat dəstələri üçün əvəzəlməz kömək ola bilər. Belə kommunikasiya sistemləri terrorizmlə mübaridə də, xilasedici işlərdə də yararlı ola bilər. Bütün qeyd olunan tətbiq sahələri yalnız o halda məna kəsb edir ki, ucuz, mobil, yüngül kommunikasiya sistemləri olsun və kommunikatorlar bu sistemləri öz üzərində daşıya bilsin. Cozefson kontaktları əsasında təklif olunan THz kommunikasiya sistemləri belə tələblərə cavab verə bilər.

2. THz şüaları kosmik sistemlər arasında rabitədə, wi-fi sistemlərində də istifadə oluna bilər. Bu zaman xotik THz dalğaları hesabına informasiya mübadiləsinin təhlükəsizliyini artırmaq olar. Belə kommunikasiya sistemlərinin sxematik təsvirini aşağıdakı kimi vermək olar. Qeyd edək ki, bu həm də laser xaosu əsasında informasiya mübadiləsinə də şamil edilə bilər.

Ötürücü sistemdəki mesaj lazer xaosu və ya THz xaosu hesabına maskalanır. Qəbuledici sistemə çatmamış maska (xaos) plus mesaj iki yerə bölünür. Bir hissə qəbuledici sistemə daxil olur və sinxronlaşma hesabına xotik komponent qəbuledicinin çıxışında bərpa olunur. Nəhayət, başqa istiqamətə göndərilmiş xaos plus mesaj cəmindən qəbuledicinin çıxışındakı xaos çıxılır və bununla da mesaj deşifrə olunur.

3. THz şüalar tibbdə də geniş tətbiq və istifadə oluna bilər. Bu yanaşma müasir rentgen aparatlarına nisbətən daha az təhlükəlidir. Belə ki, Rentgen fotonun enerjisi keV-lərlə ölçüldüyü halda, THz fotonun enerjisi meV səviyyəsindədir. Yeni, THz sualanma insan sağlamlığı üçün təhlükəsiz hesab edilə bilər. Cozefson kontaktları əsasında yaradılan Teraherzoqramların (Rentgenogramlara analogiya kimi) ölçüləri də mobil, kompaktlıq baxımından daha cəzbedicidir. Qeyd etmək lazımdır ki, belə qurğular həm də mobil skrining vasitəsi kimi də cəzbedicidir. THz şüalar bir sm-ə yaxın dərialtı oblastlarda, ağızda və s. diaqnostik məqsədlər üçün də istifadə və tətbiq oluna bilər. Stomatoloqlar da belə THz şüalarını daha təhlükəsiz 3D imicinin yaradılması üçün istifadə edə bilər.

4. THz dalğalar uzaq məsafədən bir neşə sm-ə qədər karton qutulara daxil (nüfuz) ola bilər. Belə halda Cozefson kontaktları əsasında yaradılmış mobil, yüngül, daşınan THz mənbələri uzaq məsafədən partlayıcı maddələri, kimyəvi, bioloji və s. təhlükəli maddələri detektə edə bilər. THz mənbələrin yaxşı "görmə" qabiliyyəti həm də qeyri-metal minaların, partlayıcıların müəyyən olunmasında əvəz olunmazdır.

5. THz mənbələrin dərinə nüfuz etmə qabiliyyətindən istifadə edərək bir çox digər ekoloji problemlərin həllinə də nail olmaq olar. Belə problemlərdən biri də gəmiqayırma sənayesində rəngləmə prosesləri ilə bağlıdır. Rəngləmədən bir müddət sonra gəminin bəzi yerlərində paslanma baş verə bilər. Gəmini yenidən rəngləmək əvəzinə THz mənbələrin köməyi ilə yalnız pas atmış hissələri müəyyən etməklə və rəngləməklə böyük ekoloji problemlərin qarşısını almaq olar. Bu həm də iqtisadi cəhətdən sərfəlidir. Bu cür yanaşma həm avtomobil sənayesi üçün, həm də restavrasiya işləri üçün də məqbul ola bilər.

4

Layihə üzrə **elmi nəşrlər** (elmi jurnallarda məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materiallarında məqalələr, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə, uyğun məlumat - jurnalın adı, nömrəsi, cildi, səhifələri, nəşriyyat, indeksi, İmpact Factor, həmmüəlliflər və s. bunun kimi məlumatlar - ciddi şəkildə dəqiq olaraq göstərilməlidir) (*surətlərini kağız üzərində və CD şəklinə əlavə etməli!*)

(burada doldurmalı)

Layihə üzrə 6 məqalə dərc edilmişdir. 2 məqalə isə çapa göndərilib.

A. Dərc olunmuşlar:

1. E.M.Shahverdiev, P.A.Bayramov and R.A.Nuriev, Inverse chaos synchronization between the unidirectionally coupled systems with modulated multiple time delays, Asian Journal of Mathematics and Computer Research, v.16, Issue 1, pp.27-38, 2017,International Knowledge Press, EBSCO.

2. E.M.Shahverdiev,L.H.Hashimova, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev Synchronized Josephson junctions and terahertz waves, OPTIK-International Journal of Light and Electron Optics, v.144 ,pp.102-107,2017,Elsevier,Thomson Reuters, SCOPUS, və başqaları. İF=1, 19

3. E.M.Shahverdiev, P.A.Bayramov and R.A.Nuriev, L.H.Hashomova and M.V. Qocayeva, All-to-all complete chaos synchronization in a network of networks based on the Ikeda model, Asian Journal of Mathematics and Computer Research, 2017, v.22, Issue 1, pp.1-9,2017,International Knowledge Press, EBSCO.

4.E.M.Shahverdiev,P.A.Bayramov,L.H.Hashimova,R.A.Nuriev, and M.V.Qocayeva,Chaos synchronization between the Josephson junctions governed by the central junction under the effect of parameter mismatches and noise, Asian Journal of Mathematics and Computer Research,v.23, issue 3, pp.162-174, 2018, *International Knowledge Press, EBSCO.*

5.E.M.Shahverdiev,, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev, L.H.,Hashimova and M.V.Qocayeva, Modulated feedback and coupling time delays, and all-to-all chaos synchronization in a network of networks:One of the simplest cases, Asian Journal of Research and Reviews in Physics, v.1,N4, pp.1-13, 2018, Google Scholar.

6. E.M. Shahverdiev, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev, M.V.Qocayeva, and L.H.Hashimova, Chaos synchronization between Josephson junctions coupled in series and driven by a central junction, Physica C:Superconductivity and its applications, v.557, N2, pp. 26-32, 2019, Elsevier, Thomson Reuters, SCOPUS və başqaları. İF=1, 45

B. Çapa göndərilənlər:

1.E.M.Shahverdiev, L.H.Hashimova, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev, Modulated time delays,

	<p>synchronized Josephson junctions in high temperature superconductors and chaotic terahertz waves, Elsevier, OPTIK-International Journal of Light and Electron Optics, 2017 (Sentyabrda çapa göndərilib)</p> <p>2. E.M.Shahverdiev, Effect of parameter mismatches on chaos <i>synchronization between Josephson junctions coupled in series and driven by a central junction</i>, Elsevier, <i>Physica C: Superconductivity and its applications</i>,2019. (Fevralda çapa göndərilib).</p>
5	<p>İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər (burada doldurulmalı)</p>
6	<p>Layihə üzrə ezamiyyətlər (ezamiyyə baş tutmuş təşkilatın adı, şəhər və ölkə, ezamiyyə tarixləri, həmçinin ezamiyyə vaxtı baş tutmuş müzakirələr, görüşlər, seminarlarda çıxışlar və s. dəqiq göstərilməlidir) (burada doldurulmalı)</p>
7	<p>Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak (əgər varsa) (burada doldurulmalı)</p>
8	<p>Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak (burada doldurulmalı)</p>
9	<p>Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s. çıxışlar) (məlumat tam şəkildə göstərilməlidir: a) məruzənin növü: plenar, dəvətli, şifahi və ya divar məruzəsi; b) tədbirin kateqoriyası: ölkədaxili, regional, beynəlxalq) (burada doldurulmalı)</p>
10	<p>Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar, komplektləşdirmə məmulatları (burada doldurulmalı)</p> <p>Layihə üzrə üçü birində-printer, scaner və kseroks avadanlığı əldə edilmişdir. Həmçinin layihə üzrə 2 laptop kompüterini əldə edilmişdir. Əlavə olaraq yüksək tutumlu 6 flaşkart- yaddaş qurğusu əldə edilib.</p>
11	<p>Yerli həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı)</p>
12	<p>Xarici həmkarlarla əlaqələr (burada doldurulmalı)</p> <p>Layihə üzrə görülmüş və çap olunmuş işlər bir çox xarici həmkarların diqqətini cəlb etmiş və layihə rəhbəri onlardan bu işlərin bir çox konfranslarda təqdim edilməsi (dəvətli spiker kimi də) üçün və ya nəticələrin kitab fəslə kimi dərc edilməsi xahişi ilə müraciətlər almışdır.</p>
13	<p>Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı (əgər varsa) (burada doldurulmalı)</p> <p>Layihə mövzusu üzrə görülən işlər biri qadın olmaqla iki dissertantın dissertasiyasının əhəmiyyətli</p>

	hissəsini təşkil edəcək.
14	Sərgilərdə iştirak (əgər baş tutubsa) (burada doldurmalı)
15	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi (əgər baş tutubsa) (burada doldurmalı)
16	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s. (məlumatı tam şəkildə göstərməlidir) (burada doldurmalı)

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA

ELMİN İNKİŞAFI FONDU

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2015-ci ilin əsas qrant müsabiqəsi
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat
proqramlarının (EIF-KETPL-2015-1(25)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə

ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN ƏMƏLİ (TƏCRÜBİ) HƏYATA KEÇİRİLMƏSİ VƏ LAYİHƏNİN NƏTİCƏLƏRİNDƏN GƏLƏCƏK TƏDQİQATLARDA İSTİFADƏ PERSPEKTİVLƏRİ HAQQINDA MƏLUMAT VƏRƏQİ (Qaydalar üzrə Əlavə 16)

Layihənin adı: **Xaos və sinxronlaşmanın informasiya təhlükəsizliyində, tibbi, müdafiə və ekoloji sahələrdə tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu**

Qrantın məbləği: **70000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/09/1-M-18**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **20 fevral 2017-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2017-ci il – 01 mart 2019-cu il**

1. Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi

1 Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticələri, bu nəticələrin məlum analoqlar ilə müqayisəli xarakteristikası

(burada doldurulmalı)

Layihənin əsas əməli (təcrübi) nəticəsi ondan ibarətdir ki, yüksək temperaturlu ifrat keçiricilərdə minlərlə, onminlərlə Cozefson kontaktlarının sinxronlaşması hesabına tətbiq üçün adekvat (milli Vt və daha böyük) gücə malik TeraHers (10^{12} Hers) mənbələri əldə etmək olar. Cozefson kontaktları arasında müxtəlif bağlantı topologiyalarını araşdırmaqla müəyyən olunmuşdur ki, eyni mərkəzdən idarə olunan Cozefson kontaktları adekvat güc almaq baxımından daha cəlbedicidir. Ən əsas sinxronlaşdırılmış Cozefson kontaktları əsasında alınan TeraHers súa

mənbələri daha kompakt, mobil, daşınan, yüngül və ucuzdur. Bu üstünlüklər indiyə qədər mövcud olan TeraHerts mənbələrinin fonunda daha qabarıqdır. Ənənəvi TeraHerts mənbələrində laser sülalarının müxtəlif kristallarla qarşılıqlı təsirdən istifadə olunur. Bundan başqa, subqarmonikaların və ya superqarmonikanın hesabına da belə mənbələri əldə etmək olar. Sərbəst elektronlar əsasında lazer sistemləri də TeraHerts mənbələri kimi istifadə oluna bilər. Bu cür ənənəvi TeraHerts mənbələri bir qayda olaraq böyük qabaritli, çox baha dərin soyutma sistemləri tələb edir, mobil deyil və asan daşınmaq qabiliyyətinə malik deyillər.

Əlavə olaraq qeyd edilməlidir ki, xaotik TeraHerts mənbələri etibarlı və yüksək sürətli kommunikasiya sistemlərində informasiya mübadiləsi üçün istifadə ola bilər.

Lazer sistemlərinin sinxronlaşması da kompakt və güclü enerji mənbələri üçün cəlbedicidir. Xaotik lazer sistemləri də etibarlı informasiya mübadiləsində istifadə oluna bilər.

2

Layihənin nəticələrinin əməli (təcrübi) həyata keçirilməsi haqqında məlumat (istehsalatda tətbiq (tətbiqin aktını əlavə etməli); tədris və təhsildə (nəşr olunmuş elmi əsərlər və s. – təhsil sistemində tətbiqin aktını əlavə etməli); bağlanmış xarici müqavilələr və ya beynəlxalq layihələr (kimlə bağlanıb, müqavilənin və ya layihənin nömrəsi, adı, tarixi və dəyəri); dövlət proqramlarında (dövlət orqanının adı, qərarın nömrəsi və tarixi); ixtira üçün alınmış patentlərdə (patentin nömrəsi, verilmə tarixi, ixtiranın adı); və digərlərində)

(burada doldurmalı)

2. Layihənin nəticələrindən gələcək tədqiqatlarda istifadə perspektivləri

1

Nəticələrin istifadəsi perspektivləri (fundamental, tətbiqi və axtarış-innovasiya yönü elmi-tədqiqat layihə və proqramlarında; dövlət proqramlarında; dövlət qurumlarının sahə tədqiqat proqramlarında; ixtira və patent üçün verilmiş ərizələrdə; beynəlxalq layihələrdə; və digərlərində)

(burada doldurmalı)

Layihənin nəticələrindən fundamental-tətbiqi proqramlarda, dövlət proqramlarında, dövlət qurumlarının sahə tədqiqatları layihələrində, beynəlxalq əməkdaşlıq layihələrində istifadə oluna bilər.

SİFARİŞÇİ:

Elmin İnkişafı Fondu

Baş məsləhətçi

Quliyeva Mülayim Sahib qızı

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il

İCRAÇI:

Layihə rəhbəri

Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ PREZİDENTİ YANINDA
ELMİN İNKİŞAFI FONDU**

MÜQAVİLƏYƏ ƏLAVƏ

**Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında
Elmin İnkişafı Fondunun 2015-ci ilin əsas qrant müsabiqəsi
çərçivəsində təqdim olunmuş kompleks elmi-tədqiqat
proqramlarının (EIF-KETPL-2015-1(25)) qalibi olmuş
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə**

**ALINMIŞ ELMİ MƏHSUL HAQQINDA MƏLUMAT
(Qaydalar üzrə Əlavə 17)**

Layihənin adı: **Xaos və sinxronlaşmanın informasiya təhlükəsizliyində, tibbi, müdafiə və ekoloji sahələrdə tətbiqi**

Layihə rəhbərinin soyadı, adı və atasının adı: **Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu**

Qrantın məbləği: **70000 manat**

Layihənin nömrəsi: **EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/09/1-M-18**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **20 fevral 2017-ci il**

Qrant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 mart 2017-ci il – 01 mart 2019-cu il**

Diqqət! Bütün məlumatlar 12 ölçülü Arial şrifti ilə, 1 intervalla doldurulmalıdır

1. Elmi əsərlər (sayı)

No	Tamliq dərəcəsi	Dərc olunmuş	Çapa qəbul olunmuş və ya çapda olan	Çapa göndərilmiş
1.	Monoqrafiyalar			
	həmçinin, xaricdə çap olunmuş			

2.	Məqalələr həmçinin xarici nəşrlərdə	<p>1. E.M.Shahverdiev, P.A.Bayramov and R.A.Nuriev, Inverse chaos synchronization between the unidirectionally coupled systems with modulated multiple time delays, Asian Journal of Mathematics and Computer Research, 2017, v.16, Issue 1, pp.27-38</p> <p>2. E.M.Shahverdiev, L.H.Hashimova, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev Synchronized Josephson junctions and terahertz waves, OPTIK-International Journal of Light and Electron Optics, 2017, v.144, pp.102-107</p> <p>3. E.M.Shahverdiev, P.A.Bayramov and R.A.Nuriev, L.H.Hashimova and M.V.Qocayeva, All-to-all complete chaos synchronization in a network of networks based on the Ikeda model, Asian Journal of Mathematics and Computer Research, 2017, v.22, Issue 1, pp.1-9</p> <p>4. E.M.Shahverdiev, P.A.Bayramov, L.H.Hashimova, R.A.Nuriev, and M.V.Qocayeva, Chaos synchronization between the Josephson junctions governed by the central junction under the effect of parameter mismatches and noise, Asian Journal of Mathematics and Computer Research, 2018, v.23, issue 3, pp.162-174</p> <p>5. Shahverdiev E.M., Bayramov P.A., Nuriev R.A., Hashimova L.H. and M.V.Qocayeva, Modulated feedback and coupling time delays, and all-to-all chaos synchronization in a network of networks: One of the simplest cases, Asian Journal of Research and Reviews in Physics, v.1, N4, pp.1-13, 2018.</p> <p>6. Shahverdiev E.M., Bayramov P.A., Nuriev R.A., M.V.Qocayeva, and Hashimova L.H., Chaos synchronization between Josephson junctions coupled in series and driven by a central junction, Physica C: Superconductivity and its applications, v.557, N2, pp.26-32, 2019.</p>		<p>1. E.M.Shahverdiev, L.H.Hashimova, P.A.Bayramov, R.A.Nuriev, Modulated time delays, synchronized Josephson junctions in high temperature superconductors and chaotic terahertz waves, OPTIK-International Journal of Light and Electron Optics, 2017 (Sentyabrda çapa göndərilib)</p> <p>2. E.M.Shahverdiev, Effect of parameter mismatches on chaos synchronization between Josephson junctions coupled in series and driven by a central junction Physica C: Superconductivity and its applications, 2019. (Fevralda çapa göndərilib)</p>
3.	Konfrans materialarında			

	a məqalələr O cümlədən, beynəlxalq konfras materiallarınd a			
4.	Məruzələrin tezisləri həmçinin, beynəlxalq tədbirlərin toplusunda			
5.	Digər (icmal, atlas, kataloq və s.)			

2. İxtira və patentlər (sayı)

No	Elmi məhsulun növü	Alınmış	Verilmiş	Ərizəsi verilmiş
1.	Patent, patent almaq üçün ərizə			
2.	İxtira			
3.	Səmərələşdirici təklif			

3. Elmi tədbirlərdə məruzələr (sayı)

No	Tədbirin adı (seminar, dəyirmi masa, konfrans, qurultay, simpozium və s.)	Tədbirin kateqoriyası (ölkədaxili, regional, beynəlxalq)	Məruzənin növü (plenar, dəvətli, şifahi, divar)	Sayı
1.				
2.				
3.				

SİFARIŞÇI:
Elmin İnkişafı Fondu

İCRAÇI:

Baş məsləhətçi
Quliyeva Mülayim Sahib qızı

Layihə rəhbəri
Şahverdiyev Elman Məhəmməd oğlu

—

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il

(imza)

“ _ ” _____ 2019-cu il