

UOT 004.056

*İmamverdiyev Y.N.*

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[yadigar@lan.ab.az](mailto:yadigar@lan.ab.az)

## İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜZRƏ BEYNƏLXALQ KOALİSİYA MODELİ

*Qarşılıqlı əlaqəli və qarşılıqlı asılı dünyada informasiya təhlükəsizliyinin etibarlı təmin edilməsi dövlətlərin sıx əməkdaşlığını tələb edir. Lakin bu sahədə dövlətlərin səmərəli əməkdaşlıq etmələri üçün bir sıra maneələr mövcuddur, ilk növbədə, bu məsələdə dövlətlərin strateji maraqları nəzərə alınmalıdır. Bu olduqca çətin məsələdir və informasiya təhlükəsizliyi sahəsində beynəlxalq əməkdaşlığın və tənzimləmənin yalnız məhdud formaları məlumdur. Məqalədə informasiya təhlükəsizliyi sahəsində beynəlxalq koalisiyaların formalaşdırılması üçün model təklif edilir.*

**Açar sözlər:** *informasiya təhlükəsizliyi, beynəlxalq koalisiya, koalisiyanın formalaşdırılması, kooperativ oyunlar, koalisiyanın dayanıqlılığı.*

### Giriş

İnternet böyük imkanlar təqdim edən güclü alətdir və son bir neçə onillikdə onun geniş istifadəsi sayəsində insanları, təşkilatları və dövlətləri birləşdirən, onları bir-birindən qarşılıqlı asılı edən qlobal kiberfəza formalaşmışdır. Real həyatda mövcud olan mənfi elementlər kiberfəzaya proyeksiyanır və spamlar, viruslar, fərdi məlumatların ələ keçirilməsi, kibercinayətkarlıq, kiberterrorizm, kibermüharibə kimi təhdidlər yaranır.

Kiberfəzada sərhədlər və məhdudiyyətlər yoxdur, hər hansı kibertəhdid istənilən ölkədə baş verə, qısa müddət ərzində bir neçə ölkəyə yayıla və böyük maddi və mənəvi ziyan vura bilər. Buna görə də kiberfəzanın istifadəsi zamanı təhlükəsizliyin təmin edilməsi və inamın yüksəldilməsi dünya ölkələri üçün ən aktual məsələlərdən birinə çevrilir. Bu məsələnin həlli üçün dövlətlər arasında beynəlxalq koordinasiya olduqca vacib əhəmiyyət daşıyır. [1]-də müasir informasiya təhlükəsizliyi təhdidlərinin qarşısının alınması üçün dünya ölkələrinin söylərinin birləşdirilməsinin, yeni strateji yanaşmanın formalaşdırılmasının zəruriliyi vurğulanır.

Kiberfəzada hücumlar hədəfdən çox uzaq məsafədən, bir çox halda bu sahədə qanunvericiliyi zəif olan ölkələrdən edilə bilər. Sürətli kommunikasiya imkanları hücumu məruz qalan tərəfin özünü müdafiə etməsi üçün çox az vaxt verir. Yaxşı halda, dövlətlər və təşkilatlar hücumu məruz qaldıqlarını anlayır, ən pis halda isə, kritik sistemlərinin ələ keçirildiyini belə bilmirlər [2].

Yuxarıda qeyd olunan məsələlərdən aydın olur ki, hər hansı ölkədə informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi üçün beynəlxalq əməkdaşlıq həyati vacib əhəmiyyət daşıyır. Çünki hamı bir kiberfəzadan asılıdır və bir ölkədə olan kibertəhlükəsizlik boşluqları digər ölkələrə təsir edə bilər. Belə şəraitdə informasiya təhlükəsizliyinin təmin edilməsi, adətən, koalisiya tələb edir, ayrılıqda götürülmüş istənilən ölkə bu sahədə öz məqsədlərinə tam çatdı bilmir və bu məsələni həll etmək üçün digər ölkələrlə kooperasiya etməyə məcburdur [3]. Beynəlxalq əməkdaşlıq qanunvericilik tədbirləri, kibercinayətkarlıqla mübarizə, insidentlərin cavablandırılması, elmi tədqiqatlar, aparat və proqram təminatının sertifikatlaşdırılması kimi sahələri əhatə edə bilər [4]. İnformasiya təhlükəsizliyi sahəsində qlobal miqyasda əməkdaşlığa misal *IMPACT* (ing. *International Multilateral Partnership Against Cyber Threats* – Kibertəhdidlərə qarşı Beynəlxalq Çoxtərəfli Əməkdaşlıq) misal ola bilər. *IMPACT* Beynəlxalq Telekommunikasiya İttifaqının nəzdində informasiya təhlükəsizliyi üzrə xüsusi qurumdur [5]. 2018-ci ilin sentyabrına olan məlumata görə, 152 dövlət bu qurumun üzvü idi. *IMPACT* ölkələrə informasiya təhlükəsizliyinin qiymətləndirilməsi, insidentlərin emalı, mütəxəssislərin hazırlığı və treninqi, kibertəlimlərin təşkili kimi xidmətlər göstərir.

Lakin bu strateji məsələdə ölkələrin əməkdaşlığı sahəsində iqtisadi, siyasi və milli təhlükəsizlik riskləri mövcuddur [6]. Ölkələr bu riskləri nəzərə almaqla informasiya təhlükəsizliyi sahəsində öz məqsədlərinə nail olmaq üçün uyğun ölkələrlə qarşılıqlı faydalılıq əsasında koalisiyalar

formalaşdırmağa cəhd edirlər. Fərz olunur ki, müəyyən ölkələrin informasiya təhlükəsizliyi sahəsində maraqlarının münaqişəsi antaqonist deyil, onların arasında bu sahədə qarşılıqlı öhdəlik olan sazişlərin bağlanması mümkündür və ölkələr koalisiyadan əldə etdikləri faydanı bölə bilərlər.

Bu işdə informasiya təhlükəsizliyi sahəsində ölkələr arasında beynəlxalq koalisiyanın formalaşdırılması modeli təklif edilir.

### **Məsələnin qoyuluşu**

Məlumdur ki, informasiya təhlükəsizliyini təmin etmək üçün müxtəlif informasiya təhlükəsizliyi funksiyaları (servisləri, xidmətləri) istifadə edilir. Məsələn, biometrik identifikasiya sistemləri, antivirus sistemləri, təhlükəsizlik tələblərinə uyğunluq üzrə sertifikatlaşdırılmış əməliyyat sistemləri və müxtəlif tətbiqi proqram təminatı, *CERT*-komandaları, kibertəhlükəsizlik təlimləri və s. Belə xidmətlərin zəruri zamanətlərlə ölkə səviyyəsində reallaşdırılması həm böyük resurslar, həm də uzun zaman müddəti tələb edir və çox zaman ayrıca bir dövlətin onu təklikdə reallaşdırması qeyri-real olur və ya bir çox risklərlə müşayiət olunur.

Fərz edək ki, hər hansı dövlət müəyyən informasiya təhlükəsizliyi xidmətini (tədbirini) müəyyən (məsələn, regional) dövlətlər qrupu ilə birgə reallaşdırmaq istəyir. Qeyd edək ki, vaxtaşırı belə real təşəbbüslər olur. Məsələn, Çin, Yaponiya və Cənubi Koreya 2003-cü ildə birlikdə Linux əməliyyat sisteminin ümumi istifadə üçün versiyasını yaratmaq sahəsində təşəbbüs göstərmişdilər [7]. Aydınır ki, informasiya təhlükəsizliyi funksiyasının reallaşdırılması ölkələrdən müəyyən xərclər tələb edir və reallaşdırılan funksiyadan istifadə etməklə ölkələr müəyyən fayda (qazanc) əldə edirlər. Danışıqlar yolu ilə ortaqlar informasiya təhlükəsizliyi xidmətinin reallaşdırılması üçün koalisiyanın formalaşdırılmasında əsas məsələ məhz bu xərcləri və uduşu koalisiya ölkələri arasında elə bölməkdir ki, koalisiya dayanıqlı olsun. Aşağıda təklif edilən yanaşmada bu məsələ koalisiya oyunları [8] əsasında modelləşdirilir.

### **Koalisiyaların formalaşdırılmasına yanaşmaların icmalı**

Koalisiya kooperasiyanın çox vacib üsuludur, koalisiyaların (və ya alyansların) formalaşdırılması problemləri bir çox nəzəri və praktiki tətbiq sahələrində – iqtisadiyyat [9], politologiya [10], hərbi elmi [11], sosiologiya [12], təhlükəsiz simsiz rabitə [13], multi-agent sistemləri [14], robototexnika [15] və s. meydana çıxır.

Koalisiyaların yaradılması metodları oyunlar nəzəriyyəsində öyrənilir. Hazırda koalisiyaların formalaşdırılmasının mövcud metodlarını və yanaşmalarını iki qrupa bölmək olar [16, 17]:

- Bütün iştirakçıların tam məlumatlı olduğu şəraitdə koalisiyaların formalaşdırılması metodları;
- Qeyri-müəyyənlik şəraitində koalisiyaların danışıqlar əsasında formalaşdırılması metodları.

Münaqişəli situasiyanın bütün iştirakçılarının məqsədləri, resursları və strategiyaları haqqında bütün maraqlı tərəflərin tam məlumatlı olması halında, bütün oyunçuların rəşional davranışı şərtilə və koalisiyanın əldə etdiyi uduşun bölgüsü mümkün olduqda koalisiyanın formalaşdırılması strategiyasının seçilməsinin kooperativ oyunlar nəzəriyyəsində alınmış ciddi analitik həlli var [8, 17].

Qeyri-müəyyənlik şəraitində koalisiyanın formalaşdırılması modeli münaqişəli situasiyada iştirak edən oyunçuların məqsədinin, idarəetmə strategiyalarının qeyri-səlis ekspert qiymətləndirilməsinə əsaslanır [17, 18]. Bu qeyri-səlis qiymətləndirilmələr koalisiyanın yaranması haqqında qərar qəbul edən oyunçu tərəfindən müəyyən edilir.

Qeyri-müəyyənlik şəraitində koalisiyalar maraqlı tərəflər arasında danışıqlar yolu ilə yaradılır. Burada tərəflər arasında kompromis həllər tapmaq yolu ilə hər bir tərəfin koalisiyanın yaradılmasındakı motivasiyasının dayanıqlığı təmin edilir.

Koalisiyaların formalaşdırılması metodlarının inkişafına multi-agent sistemləri çərçivəsində avtonom intellektual agentlər arasında koalisiyaların qurulması metodlarının işlənməsi xüsusi

töhfə vermişdir [13]. Multi-agent sistemi öz aralarında ünsiyyət saxlayan intellektual agentlər çoxluğundan ibarətdir. Agentlər bir agentin təklikdə həll etməsi qeyri-mümkün olan mürəkkəb məsələləri həll etmək üçün koalisiyalar yaradırlar. Koalisiya vasitəsilə multi-agent sistemləri öz məsələlərini həll etmək və öz məqsədlərinə nail olmaq qabiliyyətini yüksəldir, iş xarakteristikalarını yaxşılaşdırır, vəzifələrini yerinə yetirir və yaxud uduşlarını artırır. Buna görə koalisiyaların formalaşdırılması çox faydalıdır və dəyişən mühitə və resurslara adaptasiyanın kritik olduğu bir çox tətbiqlər üçün çox vacibdir.

Xarakteristik formada ifadə edilmiş koalisiya oyunlarında uduşun koalisiya üzvləri arasında bölünməindən asılı olaraq koalisiya oyunlarının iki növünə baxılır [16]: uduşu transfer edilən (ing. transferable-utility) və uduşu transfer edilməyən (ing. nontransferable-utility) oyunlar. Uduşu transfer edilən kooperativ oyunlarda koalisiyanın dəyəri (qiyməti) bir həqiqi ədəd ilə ifadə edilir, onu koalisiyanın uduşuna uyğun olaraq, koalisiya üzvləri arasında onların məqbul gördükləri istənilən üsulla bölmək və uduşu koalisiya üzvləri arasında ötürmək (transfer etmək) olar. Mövcud işlərin çoxunda transfer edilən uduş nəzərdə tutulur [13,15,16]. Lakin bəzi sahələrdə uduşu iştirakçılar arasında transfer etmək mümkün deyil [19]. Məsələn, tutaq ki, müxtəlif ölkələrin alimləri birgə məqalə üzərində işləyirlər, onların təqdim etdikləri resurslara onların təcrübəsi və biliyi daxildir. Belə resursları qiymətləndirmək asan deyil və məqalə çap edildikdə bir alimin əldə etdiyi uduşu (məsələn, vəzifədə irəliləyiş) əməkdaşlıq etdiyi həmkarlarına ötürməsi, adətən, mümkün deyil. Bu məqalədə baxılan məsələdə uduşun transfer edilən olması fərz edilir.

Koalisiyaların formalaşdırılması modellərinin bir qrupu da koalisiya resurs oyunlarıdır [19]. Bu oyunlarda oyunçulardan hər biri müəyyən resurslara malikdir və onlar birlikdə müəyyən məqsədlər çoxluğunu həyata keçirmək istəyirlər. Koalisiya resurs oyunlarının mümkün həllərində koalisiya üzvləri müəyyən məqsədləri əldə etməyi öhdələrinə götürürlər və öz resurs bazasından müəyyən hissəni təqdim edirlər. Müxtəlif mümkün variantlar içərisindən oyunçu eləsinə seçir ki, onun məqsədi əldə edilsin və bu zaman öz xərcləri (təqdim etdiyi resursların həcmi) minimal olsun. Məsələ kooperativ oyunlar baxımından həll edilir və aşağıdakı suallara cavab axtarılır: hansı koalisiyalar formalaşacaq və oyunçuların müxtəlif nəticələrə üstünlük vermələri halında bu koalisiyalar mümkün nəticələrdən hansını seçəcəkdir?

Qeyd edək ki, koalisiya oyunlarında müxtəlif üzvlük qaydaları ola bilər, məsələn, açıq üzvlük, ekskluziv üzvlük, eyni anda bir neçə koalisiyaya üzv olmaq və s. [20,21]. Müxtəlif üzvlük qaydaları ilə koalisiya strukturlarının tarazlığı məsələsinin [22]-də sistemə müqayisəsi aparılır.

### **Koalisiyanın qurulması prosesi**

Adətən koalisiyaların formalaşdırılması bir neçə mərhələdə həyata keçirilir [23]. Müəyyən məsələdə koalisiyanın təşəbbüskarı olan ölkə (və ya bir neçə ölkə) digər ölkələrlə koalisiya qurulması barədə danışıqlar aparır. Beynəlxalq ticarət sahəsində təcrübə [24] və elmi tədqiqatlar [25, 26] göstərir ki, iştirakçı aktorların sayı çox olduqca koalisiyaların meydana çıxması ehtimalı böyük olur. Daha böyük gücə malik aktorlar bir-biri ilə koalisiya yaratmağa meyilli olurlar. Aktor nə qədər güclüdirsə, o, digər aktorlarla bir o qədər az halda koalisiya yaradır. Dövlətlərin bir çox məsələdə öz coğrafi qonşuları ilə koalisiya yaratmaları daha çox ehtimal olunandır. Nəhayət, koalisiyanın gücü böyük olduqca, digər ölkələrin bu koalisiyaya qoşulması ehtimalı da böyük olur.

Ölkələr arasında informasiya təhlükəsizliyi sahəsində koalisiyanın formalaşdırılması üçün aşağıda üçmərhələli model təklif edilir. Bu üç mərhələli koalisiya qurulması modeli ekologiya üzrə beynəlxalq sazişlərə həsr olunmuş əksər ədəbiyyatda təsvir edilən koalisiya formalaşdırılması [27] modellərinə oxşardır. Aşağıda təklif edilmiş koalisiyanın formalaşdırılması prosesi beynəlxalq ictimai rifah üçün [28]-də irəli sürülmüş ideyanın modifikasiyasıdır və üçmərhələli oyun formasında ifadə edilir.

Tutaq ki,  $n$  ölkə var və bütün ölkələr çoxluğunu  $N = \{1, 2, \dots, n\}$  ilə işarə edək. Nəzərdə tutulan ortaq informasiya təhlükəsizliyi xidmətləri üçün  $P \subseteq N$  koalisiyasının yaradılması aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir.

1. *İştirak mərhələsi*. Birinci mərhələdə ölkələr eyni anda və asılı olmadan  $P$  koalisiyasına qoşulmaq və ya qoşulmamaq (singlton oyunçu olmaq) barədə qərar qəbul edirlər. Əgər ən azı üç ölkə bu barədə qərar qəbul edərsə, onlar ikinci mərhələdə baş tutacaq danışıqların “iştirakçıları” adlanırlar.

2. *Danışıqlar mərhələsi*. İştirakçılar koalisiyanın həqiqətən də həyata keçirilməsi barəsində danışıqlar aparırlar. Danışiq iştirakçıları ikinci mərhələdə onu tərk edə və ya danışıqə yeni iştirakçılar qoşula bilməzlər. Əgər koalisiyanın həyata keçirəcəyi ortaq informasiya təhlükəsizliyi xidməti və bu fəaliyyət üçün tələb edilən ümumi büdcə barəsində danışıqlarda razılıq əldə olunursa, onda danışıqın iştirakçıları koalisiyanın iştirakçısına (üzvünə) çevrilirlər.  $i \in P$  ölkələri koalisiya iştirakçıları,  $j \notin P$  ölkələri isə iştirak etməyən ölkələr adlanırlar.

3. *Koalisiya rifahına töhfənin və koalisiya uduşunun bölgüsü mərhələsi*. Bu mərhələdə koalisiyanın iştirakçısı olan ölkələr eyni anda və asılı olmadan, özlərinin koalisiya rifahına vermək istədikləri töhfənin ümumi payı və koalisiya uduşundan əldə etmək istədikləri pay barədə qərar qəbul edirlər. Bu kəmiyyətlər növbəti bölmədə izah olunurlar.

### Koalisiyanın uduş modeli

İlk öncə ölkələrin uduş funksiyaları daxil edilməlidir.  $i$ -ci ölkənin uduş funksiyasını ( $U_i$ ) onun xərcləri ( $C_i$ ) və koalisiyadan əldə etdiyi qazanc (fayda) ( $B_i$ ) vasitəsilə ifadə etmək olar:

$$U_i = B_i - C_i.$$

Tutaq ki, koalisiyanın ümumi qazancı  $B$  funksiyası ilə təsvir olunur. Ümumi qazancın ölkələr arasında bölgüsünü xarakterizə etmək üçün  $\alpha_i \in (0; 1)$  parametrini daxil edək, burada  $\alpha_i$  –  $i$ -ci ölkənin qazancdan pay bölgüsüdür və  $\sum_{i \in N} \alpha_i = 1$ . Koalisiyadakı  $i$ -ci ölkə bu qazancın  $\alpha_i$  hissəsini alır, yəni  $B_i(G, \alpha_i) = \alpha_i B(G)$ .

Fərz edək ki,  $t_i \in (0; 1)$  –  $i$ -ci ölkənin ümumi xərclərdə pay bölgüsüdür. Ümumi halda, xərc funksiyasını  $t_i$ -nin funksiyası  $C_i = C(t_i)$  kimi müəyyən etmək olar. Koalisiyanın ümumi büdcəsi  $G$  olsun.  $i$ -ci ölkə koalisiyanın fəaliyyəti üçün  $g_i = t_i G$  büdcəsi verir. Aydındır ki,  $G = \sum_{i \in N} g_i$ .

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə almaqla koalisiyadakı  $i$ -ci ölkənin uduş funksiyasını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$U_i(G, g_i, \alpha_i, n_i) = \alpha_i B(G) - C(g_i) - S(n_i), \quad (1)$$

burada  $n_i$  –  $i$ -ci ölkənin koalisiyanın təqdim etdiyi informasiya təhlükəsizliyi xidmətindən istifadə edən istifadəçilərinin sayı,  $S(n_i)$  –  $i$ -ci ölkənin bu xidmətdən istifadə üçün çəkdiyi xərclərdir.

Təklif edilən koalisiya oyununda ümumi uduş iki mənbədən formalaşır. Koalisiya çərçivəsində reallaşdırılan informasiya təhlükəsizliyi funksiyasından koalisiya ölkələrinin dövlət və ictimai orqanları, özəl təşkilatları və vətəndaşları istifadə edəcək. Bu funksiyanın istifadə xarakterindən asılı olaraq onu müəyyən mənada ictimai dövlət xidməti (ing. public goods) və özəl xidmət (ing. private goods) kimi interpretasiya etmək olar [29, 30]. Uduşun birinci mənbəyi kimi istehlak edilən ictimai və ya özəl xidmətin ümumi dəyərini götürmək olar.

Uduşun ikinci mənbəyi baxılan informasiya təhlükəsizliyi funksiyasının reallaşdırılması sayəsində ölkələrin müvafiq texnologiyalar sahəsində müstəqilliyinin və milli maraqlarının təmin edilməsidir. Bu cəhəti də uduş kimi qiymətləndirmək olar.

Uduş funksiyasını Kobb-Duqlas funksiyası şəklində vermək məqsədəuyğundur [31]. Hələlik bu işdə uduş funksiyası ümumi şəkildə verilir və koalisiya oyununda tarazlıq nöqtəsinin varlığını təmin etmək üçün onun bəzi standart xassələrə malik olduğu (yəni, + iki dəfə kəsilməz diferensiallanan, kvazi-qabarıq və ciddi monoton artan) fərz olunur.

Qərar qəbuletmə parametrləri  $t_i$  (və nəticədə  $g_i$ ) və  $\alpha_i$ -dir. Koalisiyada iştirak edən hər bir ölkənin strategiyası öz xərclərini minimallaşdırmaq və uduşunu maksimallaşdırmaqdır.

### Koalisiyanın dayanıqlılığı

Koalisiya oyunlarında vacib məsələ koalisiyanın dayanıqlılığıdır. Koalisiyalar o zaman dayanıqlı olur ki, hər bir koalisiya üzvünün koalisiyadakı uduşu koalisiyada olmadıqda onun fərdi uduşundan böyük olsun (*fərdi rasionallıq şərti*).

Koalisiyanın dayanıqlılığı koalisiya uduşunun oyunçuların imtina edə bilmədikləri bölgüsü ilə təmin edilir. Ədalətli bölgü oyunçuların digər koalisiyaya keçmək stimullarının qarşısını alır, yəni koalisiyanın dayanıqlığını təmin edir. Koalisiya oyunlarının Şepli vektoru, özək (ing. core), nüvə (ing. nucleolus) və s. kimi həll metodları məlumdur [8,20].

Tədqiqatlarda müxtəlif dayanıqlılıq konsepsiyaları irəli sürülür, məsələn [26, 28]:

- daxili dayanıqlıq (koalisiya üzvünün koalisiyanı tərk etmək üçün stimulu yoxdur);
- xarici dayanıqlıq (koalisiya üzvü olmayanın koalisiyaya qoşulmaq üçün stimulu yoxdur);
- koalisiyanın rentabelliği (hər bir üzv üçün koalisiya olmadığı haldan daha yaxşıdır).

Bu işdə koalisiyanın xarici və daxili dayanıqlılığı məsələsinə baxılır. Tutaq ki,  $P \setminus \{i\}$  ilə iştirakçı ölkə  $i$  koalisiyanı tərk etdikdə qalan koalisiya,  $P \cup \{j\}$  ilə isə iştirakçı olmayan ölkə  $j$  koalisiyaya birləşdikdə yaranan koalisiya işarə edilib.

(1) düsturuna daxil olan funksiyaların üzərinə aşağıdakı şərtlər qoyulur:

$$a) B'(\cdot) > 0, B''(\cdot) \leq 0;$$

$$b) C'(\cdot) > 0, C''(\cdot) > 0;$$

$$c) S'(\cdot) > 0, S''(\cdot) > 0.$$

Texniki baxımdan a-c fərziyyələri çökük qazanc və qabarıq xərc funksiyaları haqqında standart fərziyyələri əks etdirir. Xərc funksiyaları ( $C$  və  $S$ ) ciddi qabarıq fərz olunurlar ki, tarazlıq nöqtəsinin yeganəliyi təmin edilsin.

$P$  koalisiyası qurulduqdan sonra  $g^*(P)$  tarazlıq vektoru və  $\alpha^*(P)$  tarazlıq vektoru  $P$  koalisiyası və  $P$ -də olmayan bütün oyunçular arasında Neş tarazlığı kimi tapılır. Mərhələ 3-ü 3a və 3b mərhələlərinə bölmək olar. 3b mərhələsində  $\alpha^*(P)$  tarazlıq vektoru yenə də  $P$  ilə qalan oyunçular arasında Neş tarazlığı kimi təyin edilir. 3b mərhələsində seçilmiş  $\alpha^*(P)$  tarazlıq vektoru 3a mərhələsində seçilmiş  $g^*$  tarazlıq vektorundan asılı olacaq, bu vektor isə öz növbəsində, 1-ci mərhələdə seçilmiş  $P$  koalisiyasından asılıdır. Deməli, 3b mərhələsi üçün  $\alpha^*(g(P))$  yazıla bilər. Bunu (1) uduş funksiyasında yazsaq, 3a mərhələsində uduşlar yalnız  $g_i$ -nin funksiyası olacaq. Bu bizə 3a mərhələsində məsələni  $g^*(P)$  üçün həll etməyə imkan verir.

Hər bir mümkün  $P$  koalisiyası üçün yeganə tarazlıq vektorunun varlığı arzu olunur. Bu bizə  $U_i^*(g(P))$  əvəzinə  $U_i^*(P)$  yazmağa imkan verərdi. Hələlik varlıq və yeganəlik üçün kafi şərtlərə baxmasaq da, bu fərziyyədən istifadə edərək işarələməni sadələşdirə və dayanıqlı  $P^*$  koalisiyasını aşağıdakı kimi təyin edə bilərik:

$$\text{Daxili dayanıqlılıq: } U_i^*(P^*) \geq U_i^*(P^* \setminus \{i\}) \quad \forall i \in P^* \quad (2)$$

$$\text{Xarici dayanıqlılıq: } U_j^*(P^*) \geq U_j^*(P^* \cup \{j\}) \quad \forall j \notin P^*, \quad (3)$$

Aydındır ki, daxili və xarici dayanıqlılıq şərtləri birinci mərhələdə üzvlük strategiyalarında de-fakto Neş tarazlığı müəyyən edir.  $P^*$  koalisiyasına qoşulmağı elan etmiş hər bir  $i$  oyunçusunun  $P^*$ -ni tərk etməyə (birtərəfli) stimulu yoxdur. Eyni zamanda,  $P^*$ -yə qoşulmamağı qərara alan hər bir  $j$  oyunçusunun da öz strategiyasını dəyişərək  $P^*$  koalisiyasına qoşulması üçün stimulu olmamalıdır.

## Nəticə

Kiberfəza dövlətlərin rəqabət meydanına, münaqişə və müharibə meydanına çevrilir. Böyük resurslara və imkanlara malik dövlətlər bu potensialından digər ölkələr üzərində üstünlük qazanmaq üçün istifadə edirlər. Bir çox ölkə oxşar təhdidlərlə qarşılaşır və öz informasiya təhlükəsizliyini təmin etmək üçün yetərli resurslara malik deyil. Bu vəziyyətdə ölkələrin qarşılıqlı faydalılıq əsasında öz səylərini birləşdirməsi və informasiya təhlükəsizliyi sahəsində koalisiya şəklində mübarizə aparması daha məqsədəuyğundur.

Bu işdə ölkələr arasında informasiya təhlükəsizliyi sahəsində koalisiyanın formalaşdırılmasının nəzəri-oyun modeli təklif edilmişdir.

## Ədəbiyyat

1. Mehdiyev R.Ə. Beynəlxalq informasiya təhlükəsizliyinin möhkəmləndirilməsinə ümumi yanaşmalar. Təhlükəsizlik məsələlərinə cavabdeh olan yüksək vəzifəli şəxslərin beynəlxalq görüşündə nitq. Yekaterinburq, 9 sentyabr 2011, <https://www.news.milli.az/politics/70342.html>
2. Wang Q.H., and Kim S.H. Cyber-attacks: Cross country interdependence and enforcement / Proc. of the 8th Workshop on the Economics of Information Security, 2009, pp.1-16.
3. Kshetri N. Cybersecurity and international relations: The U.S. Engagement with China and Russia / Proc. FLACO-ISA Joint Conference, pp. 1-38, 2014.
4. Musayev V., İmamverdiyev Y. İnformasiya təhlükəsizliyi sahəsində beynəlxalq çağırışlar, təşəbbüslər və öhdəliklər / İnformasiya təhlükəsizliyinin multidissiplinar problemləri üzrə II respublika elmi-praktiki konfransı, 2015, s. 102-105.
5. IMPACT (International Multilateral Partnership Against Cyber Threats)? <http://www.impact-alliance.org>
6. Sofaer A.D. , D. Clark, and Diffie W. Cyber security and international agreements / Proc. of a Workshop on Detering Cyberattacks: Informing Strategies and Developing Options for U.S. Policy, 2010, pp. 179-206.
7. Naze J., Japan, China, Korea plan joint open-source project. ITworld, 2003, <https://www.itworld.com/article/2804574/development/japan--china--korea-plan-joint-open-source-project.html>
8. Fudenberg D., Tirole J. Game theory. Cambridge, MA: MIT Press, 1991, 579 p.
9. Carraro C. (Ed.), The endogenous formation of economic coalitions. Edward Elgar Publishing, 2003, 264 p.
10. Acemoglu D., Egorov G., Sonin K. Coalition formation in political games (No. w12749). National Bureau of Economic Research. 2006.
11. Mikulski D. G., Lewis F. L., Gu E. Y., and Hudas G.R. Trust-based coalition formation in multi-agent systems // Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology, vol. 11, no. 1, pp. 19–31, 2014.
12. Jackson M., Watts A., The evolution of social and economic networks // Journal of Economic Theory, 2002, vol. 106, no. 2, pp. 265-295.
13. Saad W., Han Z., Basar T., Debbah M., and Hjørungnes A. Distributed coalition formation games for secure wireless transmission // Mobile Networks and Applications, vol. 16, no. 2, pp. 231–245, 2011.
14. Rahwan T. Algorithms for coalition formation in multi-agent systems. University of Southampton, Doctoral Thesis, 2007, 118 p.
15. Bayram H., Bozma H. I. Coalition formation games for dynamic multirobot tasks // The International Journal of Robotics Research, vol. 35, no. 5, pp. 514-527, 2016.
16. Debraj R., and Vohra R. Coalition formation. Handbook of game theory (eds. H. P. Young, S. Zamir), 2014, vol. 4, pp. 239-326.
17. Кулинич А.А. Модель поддержки принятия решений для образования коалиций в условиях неопределенности // Искусственный интеллект и принятие решений, 2012, № 2, с. 95-106.
18. Borkotokey S. Cooperative games with fuzzy coalitions and fuzzy characteristic functions // Fuzzy Sets and Systems, vol. 159, no. 2, pp. 138-151, 2008.
19. Dunne P. E., Kraus S., Manisterski E., and Wooldridge M. Solving coalitional resource games // Artificial Intelligence, 2010, vol. 174, no. 1, pp. 20-50.
20. Kahan J. P., and Rapoport A. Theories of coalition formation. New York: Psychology Press, 2014, 384 p.
21. Yi S.-S. Stable coalition structures with externalities // Games and Economic Behavior, 1997, vol. 20, No 2, pp. 201-237.

22. Finus M., and Rundshagen B. Membership rules and stability of coalition structures in positive externality games // *Social Choice and Welfare*, 2009, vol. 32, pp. 389-406.
23. Apt K. R., and Witzel A. A generic approach to coalition formation // *International Game Theory Review*, 2009, vol. 11, no. 3, pp. 347-367.
24. Narlikar A. *International trade and developing countries: bargaining coalitions in the GATT & WTO*. London: Routledge, 2003, 256 p.
25. Martin L.W., and Vanberg G. Wasting time? The impact of ideology and size on delay in coalition formation // *British Journal of Political Science*, 2003, vol. 33, no. 2, pp. 323-332.
26. McGinty M. International environmental agreements among asymmetric nations // *Oxford Economic Papers*, 2007, vol. 59, no. 1, pp. 45-62.
27. Wagner U. J. The design of stable international environmental agreements: Economic theory and political economy // *Journal of economic surveys*, 2001, vol. 15, no. 3, pp. 377-411.
28. Kosfeld M., Okada A., and Riedl A. Institution formation in public goods games // *American Economic Review*, 2009, vol. 99, no.4, pp. 1335-1355.
29. Dannenberg A. Coalition formation and voting in public goods games // *Strategic Behavior and the Environment*, 2012, vol. 2, no. 1, pp. 83-105.
30. Bayramoglu B., Finus M., and Jacques J. F. Climate agreements in a mitigation-adaptation game // *Journal of Public Economics*, 2018, vol. 165, pp. 101-113.
31. Filipe J., Adams F. G. The estimation of the Cobb-Douglas function: A retrospective view // *Eastern Economic Journal*, 2005, vol. 31, no. 3, pp. 427–445.

#### УДК 004.056

**Имамвердиев Ядигар Н.**

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

[yadigar@lan.ab.az](mailto:yadigar@lan.ab.az)

#### **Модель международной коалиции по информационной безопасности**

Надежная информационная безопасность во взаимосвязанном и взаимозависимом мире требует тесного сотрудничества между государствами. Однако есть некоторые препятствия для эффективного сотрудничества государств в этой области, в первую очередь стратегические интересы государств должны быть приняты во внимание. Это очень сложный вопрос, и в результате известны лишь ограниченные формы международного сотрудничества и регулирования в области информационной безопасности. В этой статье предлагается модель формирования международных коалиций в области информационной безопасности.

*Ключевые слова:* информационная безопасность, международная коалиция, формирование коалиции, кооперативные игры, устойчивость коалиции.

**Yadigar N. Imamverdiyev**

Institute of Information Technology of ANAS, Baku, Azerbaijan

[yadigar@lan.ab.az](mailto:yadigar@lan.ab.az)

#### **An international coalition model for information security**

Reliable information security in an interconnected and interdependent world requires close cooperation between states. However, there are some obstacles for effective cooperation of states in this area, first of all, the strategic interests of states should be taken into account. This is a very complex issue, and as a result, only limited forms of international cooperation and regulation in the field of information security are known. This article proposes a model for the formation of international coalitions in the field of information security.

*Keywords:* information security, international coalition, coalition formation, hierarchical cooperative games, coalition sustainability.