უაკ 93A30, 00A71

საინფორმაციო ომის მათემატიკური მოდელირება

თემურ ჩილაჩავა [1], ნუგზარ კერესელიძე [2]

[1] სოხუმისსახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, თბილისი, საქართველო, temo_chilachava@yahoo.com

[2] წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახ. ქართული უნივერსიტეტი, tvn@caucasus.net

ანოტაცია

შემოთავაზებულია საინფორმაციო ომის თეორიის ახალი მიმართულება (საინფორმაციო ომის მათემატიკური მოდელირება). ”საინფორმაციო ომის” ქვეშ იგულისხმება ორი სახელმწიფოს ან სახელმწიფოთა ორი გაერთიანების, ანაც ორი მძლავრი ეკონომიკური სტრუქტურის (კონსორციუმების) მიერ მასობრივი საინფორმაციო საშუალებების (ბეჭვდითი და ელექტრონული პრესის,ინტერნეტის) გამოყენებით ერთმანეთის წინააღმდეგ მიზანმიმართული დეზინფორმაციისა თუ პროპაგანდის წარმოება. პროცესში მესამე მხარედ გვევლინება საერთაშორისო ორგანიზაციათა გაერთიანება (გაერო, ეუთო, ევროკავშირი, ნატო, ასიანი, მსო და სხვა), რომლის ძალისხმევა მიმართულია ანტაგონისტურ სახელმწიფოთა, მხარეთა შორის დაძაბულობის ნეიტრალიზაციისა და საინფორმაციო ომის შეწყვეტისაკენ.

აგებულია ორ ანტაგონისტურ სახელმწიფოთა შორის საინფორმაციო ომის ზოგადი, წრფივი უწყვეტი მათემატიკური მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს როგორც თანაბარი (”იაკი-დათვი”), ასევე მკვეთრად განსხვავებული (”კრავი-მგელი”) სიძლიერის მქონე გაერთიანებების დაპირისპირებას.

საძებნ ფუნქციებად აღებულია დროის მოცემულ მომენტში ინფორმაციის ის რაოდენობა, რომელსაც ავრცელებს თვითოეული მხარე, დასახული მიზნის, არჩეული სტრატეგიის მისაღწევად. მოდელის კერძო შემთხვევაში, ორივე მხარე ერთი და იგივე ტემპით აწარმოებს საინფორმაციო ომს და რეაგირებს საერთაშორისო ორგანიზაციების მოწოდებებზე. თავის მხრივ, მესამე მხარე თანაბრად რეაგირებს ანტაგონისტურ მხარეთა საინფორმაციო შეტევების ინტენსივობაზე. ნაპოვნია პირველი რიგის წრფივი ერთგვაროვანი მუდმივკოეფიციენტიან დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის კოშის ამოცანის ზუსტი ანალიზური ამოხსნა.

მოდელის კონსტანტებსა და საწყის პირობებს შორის მიღებულია ის თანაფარდობები, რომლის დროსაც:

- ანტაგონისტური მხარეები, მიუხედავად მესამე მხარის მოწოდებისა, აძლიერებენ საინფორმაციო შეტევებს.

- ერთ-ერთი ანტაგონისტური მხარე, მესამე მხარის ზემოქმედებით, გარკვეული დროის შემდეგ, ასრულებს საინფორმაციო ომს (შესაბამისი ამონახსნის ნულზე გასვლა), მაშინ როცა მეორე, მას აძლიერებს.

- ორივე ანტაგონისტური მხარე, მას მერე რაც მიაღწევენ აქტიურობის მაქსიმუმს, მესამე მხარის ზემოქმედებით ამცირებენ საინფორმაციო შეტევებს და სასრულო დროის შემდეგ შეწყვეტენ საინფორმაციო ომს (ამონახსნთა ნულზე გასვლა).

პირველ შემთხვევაში, უნდა ველოდოთ საინფორმაციო ომის ცხელ ფაზაში ტრანსფორმაციას, მეორეში ეს ტრანსფორმაცია ნაკლებად სავარაუდოა, მესამეში კი - გამორიცხული.

შემოთავაზებულ მოდელს თეორიული ინტერესის გარდა გააჩნია დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობაც. იგი გვაძლევს საშუალებას, საინფორმაციო შეტევების უკვე საწყის ეტაპზე, დაკვირვებისა და ანალიზის საშუალებით, დავადგინოთ მხარეთა ჭეშმარიტი განზრახვები და საინფორმაციო ომის განვითარების ხასიათი.

შესავალი

საინფორმაციო ომის თეორიას, რომლის ჩამოყალიბება, ფორმალიზაცია, მოხდა სულ რაღაც სამი-ოთხი ათწლეულის წინ, დღეს უკვე გააჩნია ფართო გამოყენებითი მნიშვნელობა. მას აქტიურად ითვალისწინებენ მრავალი ქვეყნის საინფორმაციო უსაფრთხოების შემუშავებისას. პირველად **აშშ**-ში შეიქმნა საპრეზიდენტო კომისია ე.წ. კრიტიკული ინფრასტრუქტურის დასაცავად, შემდეგ ამ კომისიის დასკვნებზე შემუშავდა პრეზიდენტის № 63 დირექტივა, რომელიც 1998 წელს, გახდა საინფორმაციო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სამთავრობო პოლიტიკის საფუძველი [1]. წამყვანმა ქვეყნებმა უკვე დაიწყეს საინფორმაციო ომის ვიწრო სპეციალისტების მომზადება. აშშ-ში, თავდაცვის ეროვნულ უნივერსიტეტში მოქმედებს საინფორმაციო ომის და სტრატეგიის სკოლა. კალიფორნიის საზღვაო სკოლაში საინფორმაციო ომის ჯგუფს უკითხავენ ლექციების კურსს: საინფორმაციო ოპერაციების პრინციპები; ფსიქოლოგიური ოპერაციები; საინფორმაციო ომი: დაგეგმარება და შეფასება; საინფორმაციო ომის შეფასება.

რუსეთი, დაგვიანებით, მაგრამ ისიც ამ მიმართულებით მოქმედებს. რუსეთის თავდაცვის სამინისტრო საინფორმაციო-პროპაგანდისტულ ცენტრს ქმნის, რომელის სხვა ამოცანებთან ერთად, მოამზადებს ჰაკერულ შეტევებს მოწინააღმდეგის მედიარესურსებზე. რუსეთის თავდაცვის სამინისტროს ეს გადაწყვეტილება, იყო პასუხი რუსეთის პრეზიდენტის დავალებაზე - მოამზადონ წინადადებები იმ სპეციალისტთა ცენტრის შექმნასთან დაკავშირებით, რომლებიც შეძლებენ უთანამედროვესი ტექნოლოგიებით აწარმოონ საინფორმაცოი ომი [2, 3].

საინფორმაციო-პროპაგანდისტული ცენტრის ამოცანები, ზოგიერთი წყაროს მიხედვით, იქნება: მოწინააღმდეგის დათრგუნვა, მათი საინფორმაციო კავშირის მოშლა და საკუთარის შენარჩუნება, საინფორმაციო და სადეზინფორმაციო ნაწილების შექმნა და საზოგადოებრივ აზრზე ზეგავლენის მოხდენა როგორც კონფლიქტამდე, ასევე, შეიარაღებული კონფლიქტის მიმდინარეობისას. საინფორმაციო ჯარების შექმნის აუცილებლობამდე, რუსეთის შეიარაღებული ძალების ხელმძღვანელობა საქართველოსთან 2008 წლის ომის ანალიზმა მიიყვანა.

თავდაპირველად ტერმინი " საინფორმაციო ომი" გამოიყენა 1976 წელს **თომას რონამ** თავის ანგარიშში " იარაღთა სისტემები და საინფორმაციო ომი", რომელიც განკუთვნილი იყო კომპანია **Boeing** -ისთვის [4]. თ. რონამ მიუთითა, რომ იმ დროისთვის, საინფორმაციო ინფრასტრუქტურა ხდებოდა ამერიკის ეკონომიკის საკვანძო კომპონენტი და ამავდროულად ადვილ, ნაკლებ დაცულ სამიზნედ, როგორც საომარ, ასევე მშვიდობიან დროს.

ტერმინი - "საინფორმაციო ომის" ერთიანი დეფინიცია ჯერ კიდევ არაა მიღებული, მაგრამ ინტუიციურად მიჩნეულია, რომ საინფორმაციო ომი ეს არის მიზანმიმართული ქმედებები, ინფორმაციული უპირატესობის მისაღწევად, მოწინააღმდეგე მხარის

ინფორმაციის, ინფორმაციული სისტემების და პროცესების დაზიანების საშუალებით, ამავდროულად ხდება საკუთარი ინფორმაციის, ინფორმაციული სისტემების და პროცესების დაცვა.

საინფორმაციო ომის ქვეშ ასევე გულისხმობენ საზოგადოებრივ ცნობიერებაზე ინფორმაციული ზემოქმედების ღონისძიებათა კომპლექსს, რათა მოხდეს ადამიანთა ქცევის შეცვლა და მათთვის თავს მოხვევა იმ მიზნებისა, რომელიც მათ ინტერესებში არ შედის. მეორის მხრივ საჭიროა ასეთივე ზემოქმედებისგან თავის დაცვა.

რადგანაც სახელმწიფოების საინფორმაციო რესურსები ხშირად ხდებიან შეტევისა და თავდაცვის ობიექტები, სახელმწიფო იძულებულია საინფორმაციო ტექნოლოგიებს დაუთმოს დიდი ყურადღება. შესაბამისად საინფორმაციო ომის თეორიაში კვლევების დიდი რაოდენობა მიძღვნილია ინფორმაციის, ინფორმაციული სისტემებისა და პროცესების უსაფრთხოებისადმი.

მეორის მხრივ, ასევე მნიშვნელოვანია საინფორმაციო ნაკადების შესწავლა, რადგან ის საინფორმაციო ნაკადი, რომელიც თავს დაატყდება მასიურ ცნობიერებას, უმეტეს შემთხვევაში, იძლევა ადამიანის მანიპულაციის საშუალებას [5].

საინფორმაციო ომის სხვადასხვა კომპონენტის აღწერა მათემატიკური აპარატით და მისი შესწავლა უკვე ხვდება მეცნიერთა ინტერესის სფეროში. ამ მიმართულებით აღსანიშნავია საინფორმაციო ზემოქმედების მოდელის აგებისთვის კავშირის არხებით ინფორმაციის გადაცემის მათემატიკური თეორიის გამოყენება. მოდელის საშუალებით განხორციელებულია კონკრეტული საინფორმაციო ზემოქმედების ეფექტურობის შეფასების მცდელობა [6]. გრაფთა და თამაშთა თეორიის გამოყენებით შედგენილია საინფორმაციო ქსელების და საინფორმაციო ომის მოდელები [7,8]. იძებნება შერეული სტრატეგიები დაპირისპირებული მხარეებისთვის. სტრატეგიები ძირითადად გათვლილია, როგორც ფიზიკური, ასევე პროგრამული (ვირუსები, ტროიანები, კიბერშეტევები) ზემოქმედების საშუალებით საინფორმაციო ინფრასტრუქტურის მწყობრიდან გამოყვანაზე, ან მათ დაცვაზე.

I . ჩვენი მიდგომა

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენს მიზანს წარმოადგენს საინფორმაციო ომში ახალი მათემატიკური მოდელებით საინფორმაციო ნაკადების რაოდენობების შესწავლა [9]. ”საინფორმაციო ომის” ქვეშ ჩვენ აქ ვგულისხმობთ ორი სახელმწიფოს ან სახელმწიფოთა ორი გაერთიანების, ანაც ორი მძლავრი ეკონომიკური სტრუქტურის (კონსორციუმის) მიერ მასობრივი საინფორმაციო საშუალებების (ბეჭვდითი და ელექტრონული პრესის, ინტერნეტის) გამოყენებით ერთმანეთის წინააღმდეგ მიზანმიმართული დეზინფორმაციის თუ პროპაგანდის წარმოებას.

მსოფლიო საინფორმაციო ველში იდეოლოგიური, პოლიტიკური და ეკონომიკური მიზნებისათვის აქტიურად გამოიყენება მიზანმიმართული ინფორმაცია და დეზინფორმაცია, რომელთა გამოყოფა საერთო ფონიდან ხშირ შემთხვევაში მოუმზადებელი ადამიანისათვის ძალიან რთულია.

საინფორმაცოი ომის მიზანი შეიძლება იყოს:

- მოწინააღმდეგე ქვეყნის იმიჯის შელახვა - მისგან მტრის ხატის შექმნა.
- მოწინააღმდეგე ქვეყნის ხელისუფლების დისკრედიტაცია.
- მოწინააღმდეგე ქვეყნის შეიარაღებული ძალების პირადი შემადგენლობისა და მშვიდობიანი მოსახლეობის დემორალიზაცია.

- მომავალში შესაძლო საბრძოლო მოქმედებების გამართლებისა და არგუმენტა-ციისთვის, ქვეყნის შიგნით და მის გარეთ, საზოგადოებრივი აზრის ჩამოყალიბება.
- მოწინააღმდეგე მხარის გეოპოლიტიკური ამბიციებისთვის წინააღმდეგობის გაწევა და სხვა.

თანამედროვე მსოფლიოში მიმდინარე პროცესებს ამა თუ იმ ფორმითა და აქტიურობით ეხმიანებიან საერთაშორისო ორგანიზაციები. ამიტომაც საინფორმაციო ომში, ჩვენს შემთხვევაში, მესამე მხარედ მივიჩნევთ საერთაშორისო ორგანიზაციათა გაერთიანებას (**გაერო, ეუთო, ევროკავშირი, ნატო, ასიანი, მსო** და სხვა), რომლის ძალისხმევა მიმართულია ანტაგონისტურ სახელმწიფოთა, მხარეთა შორის დაძაბულობის ნეიტრალიზაციისა და საინფორმაციო ომის შეწყვეტისაკენ.

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ ავაგეთ ორ ანტაგონისტურ სახელმწიფოთა შორის საინფორმაციო ომის ზოგადი, წრფივი, უწყვეტი მათემატიკური მოდელი, იმის გათვალისწინებით, რომ არსებობს მესამე, მშვიდობისმყოფელი მხარე. მოდელი ითვალისწინებს როგორც თანაბარი (”იაკი-დათვი”), ასევე მკვეთრად განსხვავებული (”კრავი-მგელი”) სიძლიერის მქონე გაერთიანებების დაპირისპირებას. ჩვენ ვთვლით, რომ საინფორმაციო ომს ერთმანეთის წინააღმდეგ აწარმოებენ პირველი და მეორე მხარე, ხოლო მესამე მხარედ მივიჩნევთ საერთაშორისო ორგანიზაციებს. მოწინააღმდეგის მხარის იგნორირების მოდელში ნაპოვნია ზუსტი ანალიზური ამონახსნები. მათი გამოკვლევით დადგენილია მხარეთა მოქმედების ხასიათი საინფორმაცოი ომში, იმისდა მიხედვით, თუ როგორია მხარეთა სასტარტო პირობები, როგორი თანაფარდობაა აგრესიულობის, სამშვიდობო მზაობისა და სამშვიდობო აქტიურობის ინდექსებს შორის.

II. განტოლებათა სისტემა და საწყისი პირობები

საინფორმაციო ომის პროცესში ჩართული სამივე მხარე ავრცელებს ინფორმაციას თავისი მიზნის მისაღწევად. დროის $t \in [0,+\infty)$ მომენტში თითოეული მხარის მიერ გავრცელებული ინფორმაციის რაოდენობა ავღნიშნოთ შესაბამისად $N_1(t)$, $N_2(t)$, $N_3(t)$ -თი. ინფორმაციის რაოდენობა დროის t მომენტში, გამოითვლება, როგორც ჯამი, შესაბამისი მხარის, ნებისმიერი მაპროვოცირებელი ინფორმაციებისა,რომლებიც გავრცელებულია მასობრივი ინფორმაციის ყველანაირი საშუალებებით.

პოპულაციათა დინამიკის, ასევე საომარი მოქმედებების ლანჩესტერის მათემატიკური მოდელების დაწვრილებითმა ანალიზმა [10] მიგვიყვანა საინფორმაციო ომის შემდეგ ზოგად წრფივ უწყვეტ მათემატიკურ მოდელამდე:

$$\begin{cases} \dfrac{dN_1(t)}{dt} = \alpha_1 N_1(t) + \alpha_2 N_2(t) - \alpha_3 N_3(t) \\ \\ \dfrac{dN_2(t)}{dt} = \beta_1 N_1(t) + \beta_2 N_2(t) - \beta_3 N_3(t) \\ \\ \dfrac{dN_3(t)}{dt} = \gamma_1 N_1(t) + \gamma_2 N_2(t) + \gamma_3 N_3(t) \end{cases} \qquad (2.1)$$

საწყისი პირობებით

$$N_1(0) = N_{10},\ N_2(0) = N_{20},\ N_3(0) = N_{30}, \qquad (2.2)$$

სადაც $\alpha_1,\ \alpha_3,\ \beta_2,\ \beta_3\ \geq 0$, $\gamma_i\ \geq 0\quad i=\overline{1,3}$, $\alpha_2,\ \beta_1$ - მუდმივი სიდიდეებია .

ეს მუდმივი სიდიდეები მოდელის კოეფიციენტებია, ამასთან α_1, β_2 -ს მესამე მხარის არ არსებობის პირობებში შესაბამისად პირველი და მეორე მხარეების მაპროვოცირებელი განცხადებების რაოდენობების ზრდის კოეფიციენტები (განცხადებების რაოდენობების ზრდის ფარდობითი სიჩქარეები) ვუწოდოთ.

ზოგად წრფივ (2.1) მოდელში პირველი და მეორე მხარეების მიერ გავრცელებული ინფორმაციის რაოდენობის ცვლილების სიჩქარე წრფივადაა დამოკიდებული მხარეების და საერთაშორისო - მშვიდობისმყოფელი ორგანიზაციების მიერ გავრცელებული ინფორმაციის რაოდენობაზე.

მესამე მხარის (საერთაშორისო ორგანიზაციები) მიერ გავრცელებული დამამშვიდებელი ინფორმაციის რაოდენობის ცვლილების სიჩქარე წრფივად იზრდება ანუ პირდაპირპროპორციულია სამივე მხარის მიერ გავრცელებული ინფორმაციის რაოდენობისა.

(2.2) საწყის პირობებში $N_{10}, N_{20},\ N_{30}$ არაუარყოფითი მუდმივი სიდიდებია:

ა) თუ $N_{10} > 0,\ N_{20} > 0$, მაშინ საინფორმაციო ომის ინიციატორი ორივე მხარეა.

ბ) თუ $N_{10} > 0,\ N_{20} = 0$, მაშინ საინფორმაციო ომის ინიციატორი პირველი მხარეა.

გ) თუ $N_{10} = 0,\ N_{20} > 0$, მაშინ საინფორმაციო ომის ინიციატორი მეორე მხარეა.

მესამე მხარე თავიდან არ ავრცელებს არავითარ ინფორმაციას ($N_{30} = 0$) ან აკეთებს პრევენციული ხასიათის შემრიგებელ განცხადებებს ($N_{30} > 0$) და შემდეგ იწყებს რეაგირებას მხარეების მიერ გავრცელებული მაპროვოცირებელ ინფორმაციაზე.

III. მოწინააღმდეგე მხარის იგნორირების მოდელი.

ანტაგონისტურმა მხარეებმა, რომლებიც ერთნაირი ინტენსივობით აწარმოებენ საინფორმაციო ომს, შეიძლება უშუალოდ არ გაითვალისწინონ მოწინააღმდეგე მხარის მიერ გავრცელებული ინფორმაციები, მაგრამ ორივემ ერთნაირად ყურად უნდა იღონ მესამე - მშვიდობისმყოფელი მხარის მოწოდებები.

ამ შემთხვევაში (2.1) ზოგად წრფივ მოდელში ზოგიერთი კოეფიციენტი შეიძლება ავიღოთ ნულის ტოლად. კერძოდ α_2 და β_1 ხდება ნული. მივიჩნიოთ, რომ $\gamma_3=0$, ანუ მესამე მხარე, ერთნაირად რეაგირებს მხოლოდ ანტაგონისტურ მხარეების მიერ მაპროვოცირებელი ინფორმაციების გავრცელებაზე.

ამრიგად, ავიღოთ $\alpha_1 = \beta_2 = \alpha,\quad \alpha_3 = \beta_3 = \beta,\quad \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$. მაშინ (2.1) სისტემა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{cases} \dfrac{d}{dt}N_1(t) = \alpha N_1(t) - \beta N_3(t) \\ \\ \dfrac{d}{dt}N_2(t) = \alpha N_2(t) - \beta N_3(t) \\ \\ \dfrac{d}{dt}N_3(t) = \gamma N_1(t) + \gamma N_2(t) \end{cases} \qquad (3.1)$$

(3.1) სისტემის ამონახსნი $[0,\infty)$ არეზე ჩაიწერება შემდეგი სახით:

1. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma > 0$

$$N_3(t) = \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_2 N_{30}}{\sqrt{D}} e^{\lambda_1 t} - \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_1 N_{30}}{\sqrt{D}} e^{\lambda_2 t} \qquad (3.2)$$

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2} e^{\alpha t} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}} e^{\lambda_1 t} - \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}} e^{\lambda_2 t} \qquad (3.3)$$

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2} e^{\alpha t} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}} e^{\lambda_1 t} - \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}} e^{\lambda_2 t} \qquad (3.4)$$

2. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma = 0$

$$N_3(t) = \left[N_{30} + (\gamma N_{10} + \gamma N_{20} - \frac{\alpha}{2} N_{30})t \right] e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (3.5)$$

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2} e^{\alpha t} + \left[\frac{N_{10} + N_{20}}{2} + \frac{2\beta}{\alpha}(\gamma N_{10} + \gamma N_{20} - \frac{\alpha}{2} N_{30})t \right] e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (3.6)$$

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2} e^{\alpha t} + \left[\frac{N_{10} + N_{20}}{2} + \frac{2\beta}{\alpha}(\gamma N_{10} + \gamma N_{20} - \frac{\alpha}{2} N_{30})t \right] e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (3.7)$$

3. $D=\alpha^2-8\beta\gamma<0$

$$N_3(t)=\sqrt{N_{30}^{\,2}+\frac{\left(2\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\alpha N_{30}\right)^2}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\; e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\theta\right), \tag{3.8}$$

$$\theta=arctg\,\frac{N_{30}\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\alpha N_{30}}.$$

$$N_1(t)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}e^{\alpha t}+\sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}}\sqrt{N_{30}^{\,2}+\frac{\left(2\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\alpha N_{30}\right)^2}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\; e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\theta+\varphi\right), \tag{3.9}$$

$$N_2(t)=\frac{N_{20}-N_{10}}{2}e^{\alpha t}+\sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}}\sqrt{N_{30}^{\,2}+\frac{\left(2\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\alpha N_{30}\right)^2}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\; e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\theta+\varphi\right), \tag{3.10}$$

$$\varphi=arctg\,\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{\alpha}.$$

IV. საერთაშორისო ორგანიზაციების არაპრევენციულობის მოდელი.

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა (2.2) -ში $N_{30}=0$, ანუ საერთაშორისო ორგანიზაციები არ ”ფხიზლობენ” და რეაგირებას აკეთებენ მხარეების მიერ უკვე გაჩაღებულ საინფორმაციო ომზე.

ამ შემთხვევაში (3.2) - (3.10) ფორმულებიდან მივიღებთ:

ა) $D>0$

$$N_3(t)=\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\sqrt{D}}\left(e^{\lambda_1 t}-e^{\lambda_2 t}\right) \tag{4.1}$$

$$N_1(t)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}e^{\alpha t}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{\lambda_1 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{\lambda_2 t} \tag{4.2}$$

$$N_2(t)=\frac{N_{20}-N_{10}}{2}e^{\alpha t}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{\lambda_1 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{\lambda_2 t} \tag{4.3}$$

ბ) $D = 0$

$$N_3(t) = \gamma(N_{10} + N_{20})te^{\frac{\alpha}{2}t} \tag{4.4}$$

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2}\, e^{\alpha t} + \frac{N_{10} + N_{20}}{2\alpha}(\alpha + 4\beta\gamma t)\; e^{\frac{\alpha}{2}t} \tag{4.5}$$

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2}\, e^{\alpha t} + \frac{N_{10} + N_{20}}{2\alpha}(\alpha + 4\beta\gamma t)\; e^{\frac{\alpha}{2}t} \tag{4.6}$$

გ) $D < 0$

$$N_3(t) = \frac{2\gamma(N_{10} + N_{20})}{\sqrt{-D}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t\right) \tag{4.7}$$

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2}\, e^{\alpha t} + \sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{(N_{10} + N_{20})}{\sqrt{-D}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t + \varphi\right) \tag{4.8}$$

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2}\, e^{\alpha t} + \sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{(N_{10} + N_{20})}{\sqrt{-D}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t + \varphi\right) \tag{4.9}$$

V . მიღებული შედეგების ანალიზი.

მოწინააღმდეგე მხარის იგნორირების (3.1) მოდელში α შეიძლება მივიჩნიოთ ანტაგონისტურ მხარეების აგრესიულობის მაჩვენებლად (ინდექსად), β - კი მათი სამშვიდობო მზაობის მაჩვენებლად, ყურად იღონ საერთაშორისო ორგანიზაციების სამშვიდობო მოწოდებანი. γ - თვით საერთაშორისო ორგანიზაციების სამშვიდობო აქტიურობის ინდექსია. როგორც ქვემოთ დავინახავთ, იმის გათვალისწინებით, თუ რა სჭარბობს მოდელში - აგრესიულობის ინდექსი, თუ სამშვიდობო მზაობისა და სამშვიდობო აქტიურობის ინდექსები, მნიშვნელოვნად იცვლება საინფორმაციო ომის განვითარება.

V.I. არაპრევენციული მოდელი $(N_{30} = 0)$.

განვიხილოთ შემთხვევა, როცა საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები არ მიიღეს და გამოვიკვლიოთ საინფორმაციო ომის მიმდინარეობა სხვადასხვა D -ს შემთხვევაში.

V.I.I. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma > 0$.

აქ, აგრესიულობის ინდექსის კვადრატი მეტია სამშვიდობო მზაობისა და სამშვიდობო აქტიურობის ინდექსების გარვამაგებულ ნამრავლზე, რაც აშკარად მიუთითებს ანტაგონისტურ მხარეების დიდ აგრესიულ განწყობაზე საინფორმაციო ომში.

V.I.I. (N_{10}= N_{20}) იმ შემთხვევაში, თუკი საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები არ მიიღეს, ხოლო ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებში, მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე უშედეგოა - ისინი აძლიერებენ საინფორმაციო შეტევებს.

მართლაც, (4 .2), (4 .3) - დან $N_{10}=N_{20}$ -ის გათვალისწინებით მივიღებთ

$$N_1(t)=2\beta\gamma N_{10}\frac{1}{\sqrt{D}}\left(\frac{e^{\lambda_1 t}}{\lambda_2}-\frac{e^{\lambda_2 t}}{\lambda_1}\right)\to+\infty, \tag{5.1.1.1}$$

$$N_2(t)=2\beta\gamma N_{10}\frac{1}{\sqrt{D}}\left(\frac{e^{\lambda_1 t}}{\lambda_2}-\frac{e^{\lambda_2 t}}{\lambda_1}\right)\to+\infty, \tag{5.1.1.2}$$

როცა $t\to+\infty$.

ვაჩვენოთ (5.1.1.1) მტკიცების სამართლიანობა $N_1(t)$ -სთვის, ხოლო (5.1.1.2)-ს თანახმად, $N_2(t)$ -იგივურად ტოლია $N_1(t)$- ს.

მართლაც, $[0,+\infty)$ არეზე $N_1(t)$ დადებითია, ზრდადია და ზემოდან შემოუსაზღვრელია.

$N_1(t)$ - ს დადებითობა გამომდინარეობს შემდეგი თანაფარდობებიდან:

$N_1(0) = N_{10}>0$; $2\beta\gamma N_{10}\frac{1}{\sqrt{D}}>0$, რადგანაც β, $\gamma>0$,

ხოლო

$$\frac{e^{\lambda_1 t}}{\lambda_2}-\frac{e^{\lambda_2 t}}{\lambda_1}>0 \tag{5.1.1.3}$$

გამომდინარეობს იქიდან, რომ $\lambda_1>\lambda_2>0$, $\frac{1}{\lambda_2}>\frac{1}{\lambda_1}>0$, $e^{\lambda_1 t}>e^{\lambda_2 t}$.

$N_1(t)$ -ს ზრდადობის მაჩვენებელია მისი წარმოებულის დადებითობა -

$$N'_1(t)=\frac{2\beta\gamma N_{10}}{\sqrt{D}}\frac{\lambda_2 e^{\lambda_2 t}}{\lambda_1}\left(\frac{\lambda_1^{\,2}}{\lambda_2^{\,2}}e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}-1\right)>0,$$

რადგან ამ გამოსახულების ყველა თანამამრავლი დადებითია.

$N_1(t)$ ზემოდან შემოუსაზღვრელია, რადგანაც

$$N_1(t)\cong 2\beta\gamma N_{10}\frac{1}{\sqrt{D}}\frac{e^{\lambda_1 t}}{\lambda_2}, \text{ როცა } t\to\infty.$$

რაც შეეხება საერთაშორისო ორგანიზაციებს

$$N_3(t)=\frac{2\gamma N_{10}}{\sqrt{D}}\left(e^{\lambda_1 t}-e^{\lambda_2 t}\right)\geq 0,$$

$t\in[0,+\infty)$ -სთვის, $N_3(t)\to+\infty$, როცა $t\to+\infty$.

$N_3(0)=0$ და შემდეგ იზრდება t-ს გაზრდასთან ერთად, რადგან მისი წარმოებული დადებითია.

$$N'_3(t)=\frac{2\gamma N_{10}}{\sqrt{D}}\lambda_2 e^{\lambda_2 t}\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}-1\right)>0$$

$N_3(t)$ შემოუსაზღვრელია ზემოდან, რადგანაც

$$N_3(t) \cong \frac{2\gamma N_{10}}{\sqrt{D}} e^{\lambda_1 t},\ t \to +\infty .$$

ამდენად, საინფორმაციო ომის არაპრევენციულ მოდელში, $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma > 0$ -სთვის, ანტაგონისტური მხარეების ერთნაირი სასტარტო პირობების ($N_{10} = N_{20}$) შემთხვევაში, ისინი ზრდიან თავიანთ აქტიურობას, $N_1(t)$, $N_2(t)$, $N_3(t)$ ფუნქციები მონოტონურად იზრდება - ანუ საინფორმაციო ომი არ ცხრება და სულ უფრო იკრებს ძალებს.

V.I.I.2. ($N_{10} > N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორისაზე, მაშინ

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2} e^{\alpha t} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\sqrt{D}} \left(\frac{1}{\lambda_2} e^{\lambda_1 t} - \frac{1}{\lambda_1} e^{\lambda_2 t} \right) \qquad (5.1.1.3)$$

$t \in [0, +\infty)$ -სთვის დადებითია, ზრდადი და ზემოდან შემოუსაზღვრელია.

(5.1.1.3)-ის მეორე წევრი უკვე გამოკვლეულია V.I.I.I -ში და იგი დადებითია, ზრდადია და ზემოდან შემოუსაზღვრელია. მას ემატება ექსპონენციალური ფუნქცია დადებითი კოეფიციენტებით $\frac{N_{10} - N_{20}}{2} > 0$, $\alpha > 0$, რომელიც ასევე დადებითია, ზრდადია და ზემოდან შემოუსაზღვრელია. შესაბამისად ჯამი, ანუ $N_1(t)$-ც დადებითია, ზრდადია და ზემოდან შემოუსაზღვრელია.

რაც შეეხება $N_2(t)$ -ს, იგი $t = 0$ წერტილში $N_2(0) = N_{20} > 0$, ამ წერტილში მისი წარმოებული (3.1) სისტემისა და (2.2) საწყისი პირობებიდან დადებითია - $N_2^{/}(0) = \alpha N_{20} > 0$, ამიტომ 0 -ის გარკვეულ მარჯვენა მიდამოში $N_2(t)$ დადებითი და ზრდადია.

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2} e^{\alpha t} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\sqrt{D}} \left(\frac{1}{\lambda_2} e^{\lambda_1 t} - \frac{1}{\lambda_1} e^{\lambda_2 t} \right) \qquad (5.1.1.4)$$

მაგრამ უკვე t -ს გაზრდასთან ერთად $N_2(t)$ აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას და შემდეგ ხდება მონოტონურად კლებადი და მიისწრაფის $-\infty$ სკენ.

მართლაც

$$N_2(t) = e^{\alpha t} \left(\frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\lambda_2 \sqrt{D}} e^{-\lambda_2 t} - \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\lambda_1 \sqrt{D}} e^{-\lambda_1 t} \right) \qquad (5.1.1.5)$$

გამოსახულების ნიშანს განსაზღვავს ფრჩხილებში მოთავსებული

$$F(t) \equiv \frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\lambda_2 \sqrt{D}} e^{-\lambda_2 t} - \beta \frac{\gamma(N_{10} + N_{20})}{\lambda_1 \sqrt{D}} e^{-\lambda_1 t} \qquad (5.1.1.6)$$

თანამამრავლის ნიშანი.

(5.1.1.6) -ის მეორე და მესამე წევრების აბსოლუტური მნიშვნელობა გახდება რაგინდ მცირე საკმაოდ დიდი t -სათვის, ამდენად როცა $t \to +\infty$ (5.1.1.6) -ის ნიშანს განსაზღვრავს პირველი შესაკრების $\frac{N_{20} - N_{10}}{2}$ ნიშანი, ანუ ის იქნება უარყოფითი, რადგანაც $\frac{N_{20} - N_{10}}{2} < 0$, აქედან გამომდინარე $N_2(t)$ მიისწრაფის $-\infty$-სკენ მონოტონურად. $N_2(t)$ უწყვეტი ფუნქციების ჯამს წარმოადგენს და თავადაც უწყვეტია,

ამდენად, რადგანაც $t=0$ -სთვის ის დადებითია, ხოლო დიდი t -თვის უარყოფითი, იგი აუცილებლად გადაკვეთს აბსცისას, ანუ მას გააჩნია ნული. ეს მოხდება t^* წერტილში, რომელიც წარმოადგენს შემდეგი ტრანსცენდენტური განტოლების ამონახსნს

$$\frac{N_{20}-N_{10}}{2}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{-\lambda_2 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{-\lambda_1 t}=0\,, \qquad (5.1.1.7)$$

ე.ი. $N_2(t^*)=0$. $0\le t<t^*$-თვის $N_2(t)$ დადებითია და აღწევს მაქსიმუმს t^{**} წერტილში, რომელიც წარმოადგენს შემდეგი განტოლების ამონახსნს - $N'_2(t)=0$,

$$\alpha\ \left(\frac{N_{20}-N_{10}}{2}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{-\lambda_2 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{-\lambda_1 t}\right)+$$

$$+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\sqrt{D}}e^{-\lambda_1 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\sqrt{D}}e^{-\lambda_2 t}=0 \qquad (5.1.1.8)$$

რაც შეეხება საერთაშორისო ორგანიზაციებს ანუ მესამე მხარეს ის აძლიერებს თავის აქტიურობას,

$$N_3(t)=\frac{\gamma(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{D}}\left(e^{\lambda_1 t}-e^{\lambda_2 t}\right)\to+\infty\,, \qquad (5.1.1.9)$$

როცა $t\to+\infty$.

$N_3(t)$ $t=0$ -ში ნულის ტოლია, შემდეგ იზრდება. მართლაც

$$N'_3(t)=\frac{\gamma(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{D}}\left(\lambda_1 e^{\lambda_1 t}-\lambda_2 e^{\lambda_2 t}\right)>0 \qquad (5.1.1.10)$$

$N_3(t)$ შემოუსაზღვრელია ზემოდან. მართლაც -

$$N_3(t)\cong\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\sqrt{D}}e^{\lambda_1 t},\ t\to+\infty\,.$$

V.I.I.3. ($N_{10}<N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე პირველი მხარის სასტარტო პირობაზე მეტია, ანუ $N_{10}<N_{20}$, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები - უკვე მეორე მხარე აძლიერებს საინფორმაციო შეტევებს.

$$N_2(t)=\frac{N_{20}-N_{10}}{2}e^{\alpha t}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{\lambda_1 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{\lambda_2 t}\to+\infty\,, \qquad (5.1.1.11)$$

როცა $t\to+\infty$. ხოლო პირველი მხარე, ჯერ ააქტიურებს საინფორმაციო შეტევებს, გადის მაქსიმუმზე, მერე ამცირებს, და ბოლოს წყვეტს საინფორმაციო ომს (t^*-ში გადის ნულზე)

$$N_1(t)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}e^{\alpha t}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{\lambda_1 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}\to-\infty\,, \qquad (5.1.1.12)$$

როცა $t\to+\infty$. t^* კი წარმოადგენს ტრანსცენდენტური განტოლების ამოხსნას

$$\frac{N_{10}-N_{20}}{2}+\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2\sqrt{D}}e^{-\lambda_2 t}-\beta\,\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_1\sqrt{D}}e^{-\lambda_1 t}=0 \qquad (5.1.1.13)$$

მესამე მხარე კი აძლიერებს თავის აქტიურობას და მისთვის სამართლიანია

$$N_3(t)=\frac{\gamma(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{D}}\left(e^{\lambda_1 t}-e^{\lambda_2 t}\right)\to+\infty, \qquad (5.1.1.14)$$

როცა $t\to+\infty$.

ამდენად აღსანიშნავია, რომ მესამე მხარეს არაპრევენციული მიდგომისას ($N_{30}=0$), შეუძლია ნაწილობრივი ზემოქმედების მოხდენა საინფორმაციო ომზე, კერძოდ ერთ-ერთ მხარეზე, თუ კი ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს არათანაბარ სასტარტო პირობებში $(N_{10}\neq N_{20})$. ამასთან მესამე მხარის ზემოქმედება ხდება იმ ანტაგონისტურ მხარეზე, რომლის საწყისი პირობაც ნაკლებია და ეს მხარე გარკვეული დროის შემდეგ წყვეტს საონფორმაციო ომს, თუმცა კი თავიდან იგი აქტიურად ერთვება საინფორმაციო ომში, გადის მაქსიმუმზე, მაგრამ შემდეგ ამცირებს საინფორმაციო შეტევებს და საერთოდ წყვეტს მას.

V.I.II. $D=\alpha^2-8\beta\gamma=0$.

ამ შემთხვევაში აგრესიულობის ინდექსი ჯერ კიდევ საკმაოდ მაღალია და გვაქვს ანალოგიები $D=\alpha^2-8\beta\gamma>0$ -ს შემთხვევასთან. მართლაც.

V.I.II.1. ($N_{10}=N_{20}$). იმ შემთხვევაში, თუ კი საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები არ მიიღეს ($N_{30}=0$), ხოლო ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებში ($N_{10}=N_{20}$), მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე უშედეგოა - ისინი აძლიერებენ საინფორმაციო შეტევებს, და (4 .4), (4 .5), (4.6) - დან გამომდინარეობს

$N_1(t)\to+\infty$, $N_2(t)\to+\infty$, $N_3(t)\to+\infty$, როცა $t\to+\infty$.

მართლაც (4 .4), (4 .5), (4.6) გადავწეროთ შემდეგნაირად

$$N_1(t)=\frac{N_{10}}{2}(\alpha t+2)\ e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.1)$$

$$N_2(t)=\frac{N_{10}}{2}(\alpha t+2)\ e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.2)$$

$$N_3(t)=2\gamma N_{10}te^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.3)$$

$[0,+\infty)$ არეზე $N_1(t)$, $N_2(t)$ ფუნქციები დადებითებია, ზრდადები და ზემოდან შემოუსაზღვრული არიან, რადგანაც წარმოადგენენ $[0,+\infty)$ არეზე $\frac{N_{10}}{2}(\alpha t+2)$ და $e^{\frac{\alpha}{2}t}$ დადებითი, ზრდადი და ზემოდან შემოუსაზღვრელი ფუნქციების ნამრავლს. იგივე ითქმის $N_3(t)$ -სთვის $(0,+\infty)$ არეზე.

V.I.II.2. ($N_{10} > N_{20}$) თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორისაზე, მაშინ

$$N_1(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2}\, e^{\alpha t} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.4)$$

$[0, +\infty)$ არეზე ფუნქცია $N_1(t)$ დადებითი, ზრდადი და ზემოდან შემოუსაზღვრელია, რადგანაც წარმოადგენენ $[0, +\infty)$ არეზე $\frac{N_{10} - N_{20}}{2}\, e^{\alpha t}$ და $\frac{N_{10} + N_{20}}{2}(\alpha t + 2)\, e^{\frac{\alpha}{2}t}$ დადებითი, ზრდადი და ზემოდან შემოუსაზღვრელი ფუნქციების ჯამს.

რაც შეეხება $N_2(t)$ -ს, იგი $t=0$ წერტილში დადებითია $N_2(0) = N_{20} > 0$, ამ წერტილში მისი წარმოებული (3.1) სისტემისა და (2.2) საწყისი პირობებიდან დადებითია - $N'_2(0) = \alpha\, N_{20} > 0$, ამიტომ 0 -ის გარკვეულ მარჯვენა მიდამოში $N_2(t)$ დადებითი და ზრდადია.

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2}\, e^{\alpha t} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.5)$$

მაგრამ უკვე t -ს გაზრდასთან ერთად $N_2(t)$ აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას და შემდეგ ხდება მონოტონურად კლებადი და მიისწრაფის $-\infty$ სკენ.

მართლაც

$$N_2(t) = e^{\alpha t}\left(\frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} \right) \qquad (5.1.2.6)$$

გამოსახულების ნიშანს განსაზღვრავს ფრჩხილებში მოთავსებული

$$F(t) \equiv \frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.2.7)$$

თანამამრავლის ნიშანი.

(5.1.2.7) -ის მეორე წევრის მნიშვნელობა გახდება რაგინდ მცირე საკმაოდ დიდი t -სათვის, ამდენად როცა $t \to +\infty$ (5.1.2.7) -ის ნიშანს განსაზღვრავს პირველი შესაკრების $\frac{N_{20} - N_{10}}{2}$ ნიშანი, ანუ იქნება უარყოფითი, რადგანაც $\frac{N_{20} - N_{10}}{2} < 0$, აქედან გამომდინარე $N_2(t)$ მიისწრაფის $-\infty$ -სკენ მონოტონურად. $N_2(t)$ უწყვეტი ფუნქციების ჯამს წარმოადგენს და თავადაც უწყვეტია, ამდენად რადგანაც ის $t=0$ -თვის ის დადებითია, ხოლო დიდი t -სათვის უარყოფითი, იგი აუცილებლად გადაკვეთს აბსცისას, ანუ მას გააჩნია ნული. ეს მოხდება t_2^* წერტილში, რომელიც წარმოადგენს შემდეგი ტრანსცენდენტური განტოლების ამონახსნს

$$\frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} = 0 \qquad (5.1.2.8)$$

ე.ი. $N_2(t_2^*) = 0$. $0 \le t < t_2^*$ -თვის $N_2(t)$ დადებითია და აღწევს მაქსიმუმს t_2^{**} წერტილში, რომელიც წარმოადგენს შემდეგი განტოლების ამონახსნს $N_2'(t) = 0$,

$$\frac{N_{20} - N_{10}}{2} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}(\alpha t + 2)\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} + \frac{N_{10} + N_{20}}{4}\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} -$$

$$- \frac{N_{10} + N_{20}}{8}(\alpha t + 2)\, e^{-\frac{\alpha}{2}t} = 0 \qquad (5.1.2.9)$$

რაც შეეხება საერთაშორისო ორგანიზაციებს ანუ მესამე მხარეს, ის ამლიერებს თავის აქტიურობას (იხ. (4.4)).

V.I.II.3. ($N_{10} < N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე მხარის სასტარტო პირობა მეტია პირველისაზე, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები - უკვე მეორე მხარე ამლიერებს საინფორმაციო შეტევებს

$$N_2(t) \to +\infty, \qquad (5.1.2.11)$$

როცა $t \to +\infty$. ხოლო პირველი მხარე, ჯერ ააქტიურებს საინფორმაციო შეტევებს, გადის მაქსიმუმზე, მერე ამცირებს, და ბოლოს წყვეტს საინფორმაციო ომს.

V.I.III. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma < 0$.

ამ შემთხვევაში, აგრესიულობის ინდექსის კვადრატი ნაკლებია სამშვიდობო მზაობისა და სამშვიდობო აქტიურობის ინდექსების გარვამაგებულ ნამრავლზე, ანუ მოსალოდნელია რომ სამშვიდობო აქტიურობამ ”აჯობოს” (გადაფაროს) აგრესიულობას.

V.I.III.1. ($N_{10} = N_{20}$). მართლაც თუ კი საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები არ მიიღეს, ხოლო ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებში, მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე შედეგიანია.

მართლაც, $N_1(t)$ და $N_2(t)$ ფუნქციები, (4.8), (4.9)- ის თანახმად

$$N_1(t) = \sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{2N_{10}}{\sqrt{-D}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\varphi\right) \qquad (5.1.3.1)$$

$$N_2(t) = \sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{2N_{10}}{\sqrt{-D}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\varphi\right) \qquad (5.1.3.2)$$

გადიან ნულზე, როცა

$$t^* = \frac{2(\pi-\varphi)}{\sqrt{-D}}, \qquad (5.1.3.3)$$

სადაც φ -სთვის სამართლიანია

$$\varphi = arctg\,\frac{\sqrt{-D}}{\alpha} \qquad (5.1.3.4)$$

რაც შეეხება საერთაშორისო ორგანიზაციებს

$$N_3(t) = \frac{4\gamma N_{10}}{\sqrt{-D}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t\right) \qquad (5.1.3.5)$$

ისინი ნულზე გადიან $t^{**} = \frac{2\pi}{\sqrt{-D}}$ -ში, t^* -ის შემდეგ, ანუ მესამე მხარე ასრულებს სამშვიდობო მოწოდებების გავრცელებას მას მერე, რაც ანტაგონისტური მხარეები დაასრულებენ საინფორმაციო ომს.

V.I.III.2. ($N_{10} > N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და ამასთან პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორისაზე,

მაშინ (4.8) -დან $N_1(t)$ ფუნქციის ნულთან ტოლობით ვიპოვით დროს, როცა პირველი მხარე წყვეტს საინფორმაციო ომს.

$$\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}+\sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{-D}}\,\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\varphi\right)=0\,, \qquad (5.1.3.6)$$

(5.1.3.6)-დან მივიღებთ

$$\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\varphi\right)=-\,\frac{N_{10}-N_{20}}{N_{10}+N_{20}}\,\frac{\sqrt{-D}}{2\sqrt{2\beta\gamma}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.1.3.7)$$

(5.1.3.7) -ის ამონახსნი არსებობს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა

$$1\ \geq\ -\,\frac{N_{10}-N_{20}}{N_{10}+N_{20}}\,\frac{\sqrt{-D}}{2\sqrt{2\beta\gamma}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\ \geq -1 \qquad (5.1.3.8)$$

ან რაც, ჩვენ შემთხვევაში, იგივეა

$$0<\frac{N_{10}-N_{20}}{N_{10}+N_{20}}\,\frac{\sqrt{-D}}{2\sqrt{2\beta\gamma}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\leq 1$$

$$0\leq t\leq\frac{2}{\alpha}\ln\left(\frac{N_{20}+N_{10}}{N_{10}-N_{20}}\sqrt{\frac{8\gamma\beta}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\right) \qquad (5.1.3.9)$$

ამდენად (5.1.3.7) -ის ამონახსნი t_1^* უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას

$$0\leq\ t_1^*\leq\frac{2}{\alpha}\ln\left(\frac{N_{20}+N_{10}}{N_{10}-N_{20}}\sqrt{\frac{8\gamma\beta}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\right) \qquad (5.1.3.10)$$

და

$$t_1^*=\frac{2}{\sqrt{-D}}\arcsin\left(\frac{N_{10}-N_{20}}{N_{10}+N_{20}}\cdot\frac{\sqrt{-D}}{\sqrt{8\beta\gamma}}e^{\frac{\alpha}{2}t_1^*}\right)+\frac{2}{\sqrt{-D}}(\pi-\varphi)>\frac{2}{\sqrt{-D}}(\pi-\varphi) \qquad (5.1.3.11)$$

(5.1.3.10) და (5.1.3.11) პირობების შესრულება შესაძლებელია γ -ს შერჩევით, $\beta\ \gamma$ ნამრავლი უნდა იყოს საკმაოდ დიდი რიცხვი.

რაც შეეხება მეორე მხარეს, დიდი t -სთვის $N_2(t)$ -ს ნიშანი (4.9)-ში ემთხვევა $\frac{N_{20}-N_{10}}{2}$ -ს ნიშანს, ანუ უარყოფითია, ამიტომ $N_2(t)$ -ს გააჩნია ნული

$$\frac{N_{20}-N_{10}}{2}\,e^{\alpha t}+\sqrt{2\beta\gamma}\,\frac{(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{-D}}\,e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t+\varphi\right)=0 \qquad (5.1.3.12)$$

(5.1.3.11) განტოლების ამონახსენი t_2^* უნდა აკმაყოფილებდეს პირობებს

$$0\leq\ t_2^*\leq\frac{2}{\alpha}\ln\left(\frac{N_{20}+N_{10}}{N_{10}-N_{20}}\sqrt{\frac{8\gamma\beta}{8\beta\gamma-\alpha^2}}\right) \qquad (5.1.3.13)$$

და

$$t_2^* = \frac{2}{\sqrt{-D}}\left(\arcsin\left(\frac{N_{10}-N_{20}}{N_{10}+N_{20}}\frac{\sqrt{-D}}{\sqrt{8\beta\gamma}}e^{\frac{\alpha}{2}t_2^*}\right)-\varphi\right) \tag{5.1.3.14}$$

საერთაშორისო ორგანიზაციები წყვეტენ თავის სამშვიდობო ძალისხმევას ანტაგონისტური მხარეების საინფორმაცოი ომის ჩაქრობის შემდეგ.

$$N_3(t) = \frac{2\gamma(N_{10}+N_{20})}{\sqrt{-D}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t}\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}}{2}t\right) = 0 \tag{5.1.3.15}$$

განტოლების ამონახსენი იქნება

$$t^* = \frac{2\pi}{\sqrt{8\beta\gamma-\alpha^2}} \tag{5.1.3.16}$$

ე.ი. მესამე მხარე გადის ნულზე t^* წერტილში და ადგილი აქვს ორმაგ უტოლობას

$$t_2^* < t_1^* < t^*$$

V.I.III.3. ($N_{10} < N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტურ მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე მხარის სასტარტო პირობა მეტია პირველისაზე, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს, და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები $N_1(t)$ და $N_2(t)$ -სთვის,

V.II. პრევენციული მოდელი $(N_{30} > 0)$.

საინფორმაციო ომზე საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედების ხარისხი გაცილებით მეტია, ანტაგონისტურ მხარეთა მაღალი აგრესიულობის ინდექსის შემთხვევაშიც კი, თუ კი მათ მოქმედებას ექნება პრევენციული ხასიათი ($N_{30} > 0$). გამოვიკვლიოთ საინფორმაციო ომის მიმდინარეობა სხვადასხვა D -ს შემთხვევაში.

V.II.I. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma > 0$.

განვიხილოთ მხარეთა სასტარტო პირობების სხვადასხვა შემთხვევა.

V.II.I.1. $(N_{10} = N_{20})$. იმ შემთხვევაში, როცა საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები მიიღეს, ხოლო ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებში, მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე გამოისახება ერთნაირად $N_1(t) = N_2(t)$.

(3.2) - (3.4)-დან მივიღებთ:

$$N_3(t) = \frac{2\gamma N_{10} - \lambda_2 N_{30}}{\sqrt{D}}\, e^{\lambda_1 t} - \frac{2\gamma N_{10} - \lambda_1 N_{30}}{\sqrt{D}}\, e^{\lambda_2 t} \tag{5.2.1.1}$$

$$N_1(t) = \beta\,\frac{2\gamma N_{10} - \lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}}\, e^{\lambda_1 t} - \beta\,\frac{2\gamma N_{10} - \lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}}\, e^{\lambda_2 t} \tag{5.2.1.2}$$

$$N_2(t)=\beta\,\frac{2\gamma N_{10}-\lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}}\;e^{\lambda_1 t}\text{-}\,\beta\,\frac{2\gamma N_{10}-\lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}}\;e^{\lambda_2 t} \qquad (5.2.1.3)$$

$N_1(t)$, $N_2(t)$ ფუნქციები $t=0$ წერტილში ტოლია და დადებითია, $N_{10}>0$, ხოლო დიდი t-სთვის ისინი გახდება უარყოფითი, თუ კი

$$N_{30}>\frac{2\gamma N_{10}}{\lambda_2} \qquad (5.2.1.4)$$

მართლაც (5.2.1.2)-ის თანახმად,

$$N_1(t)=\frac{\beta}{\sqrt{D}}\,e^{\lambda_2 t}\left(\frac{2\gamma N_{10}-\lambda_2 N_{30}}{\lambda_2}e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}-\frac{2\gamma N_{10}-\lambda_1 N_{30}}{\lambda_1}\right) \qquad (5.2.1.5)$$

$N_1(t)$ ნიშანს დიდი t-სთვის განსაზღვრავს $e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}$-ს წინ, მდგომი $\frac{2\gamma N_{10}-\lambda_2 N_{30}}{\lambda_2}$ კოეფიციენტი, ის კი უარყოფითია, როცა $2\gamma N_{10}-\lambda_2 N_{30}<0$, ანუ თუ სამართლიანია (5.2.1.4). ამ შემთხვევაში $N_1(t)$ უწყვეტი ფუნქცია იცვლის ნიშანს $[0,+\infty)$ არეზე , ე.ი. ამ არის რომელიღაც t^* წერტილში მას გააჩნია ნული. t^* მოიძებნება განტოლებიდან, რომელიც მიიღება (5.2.1.5)-ის ნულთან გატოლებით და მას აქვს სახე:

$$t^*=\frac{1}{\sqrt{D}}\ln\left(\frac{-2\gamma N_{10}+\lambda_1 N_{30}}{-2\gamma N_{10}+\lambda_2 N_{30}}\cdot\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right) \qquad (5.2.1.6)$$

(5.2.1.6)-ს აზრი აქვს რადგანაც, როცა სამართლიარია (5.2.1.4), მაშინ

$$\frac{-2\gamma N_{10}+\lambda_1 N_{30}}{-2\gamma N_{10}+\lambda_2 N_{30}}\frac{\lambda_2}{\lambda_1}>1 \qquad (5.2.1.7)$$

ე.ი

$$t^*=\frac{1}{\sqrt{D}}\left[\ln\frac{-2\gamma N_{10}+\lambda_1 N_{30}}{-2\gamma N_{10}+\lambda_2 N_{30}}-\ln\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)\right] \qquad (5.2.1.8)$$

ანალოგიური გამოკვლევით დავადგენთ, რომ (5.2.1.4) პირობისთვის მესამე მხარეც ასრულებს მოქმედებას ($N_3(t)$ გადის ნულზე), ოღონდ მოგვიანებით

$$t^{**}=\frac{1}{\sqrt{D}}\;\ln\frac{-2\gamma N_{10}+\lambda_1 N_{30}}{-2\gamma N_{10}+\lambda_2 N_{30}} \qquad (5.2.1.9)$$

ამდენად, თუ კი საერთაშორისო ორგანიზაციები პრევენციის ზომას (რაოდენობას) N_{30} შეარჩევენ შენდეგნაირად, რომ სრულდება (5.2.1.4) პირობა, მაშინ სამივე $N_1(t)$, $N_2(t)$, $N_3(t)$ ფუნქცია გადის ნულზე - ანუ საინფორმაციო ომი სრულდება. (5.2.1.4) პირობის საწინააღმდეგო შემთხვევაში საინფორმაციო ომი გრძელდება და ძალებს იკრებს, ანუ (5.2.1.1)-(5.2.1.3) - დან, :

$N_1(t)\to+\infty$, $N_2(t)\to+\infty$, $N_3(t)\to+\infty$, როცა $t\to+\infty$.

V.II.I.2. ($N_{10}>N_{20}$). თუ კი, ანტაგონისტურ მხარეებს არათანაბარი სასტარტო პირობები აქვთ და ამასთან პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორეზე, მაშინ $N_3(t)$ ფუნქცია გადია ნულზე . მართლაც (3.2) გადავწეროთ შემდეგნაირად

$$N_3(t)=\frac{e^{\lambda_2 t}}{\sqrt{D}}\left[\left(\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_2 N_{30}\right)e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}-\left(\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_1 N_{30}\right)\right] \qquad (5.2.1.10)$$

ცხადია, რომ დიდი t-სთვის $N_3(t)$-ს ნიშანს განსაზღვრავს $e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}$-ს წინ მდგომი კოეფიციენტი, კერძოდ $N_3(t)$ უარყოფითია, თუ $\left(\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_2 N_{30}\right)<0$, ანუ

$$N_{30}>\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)}{\lambda_2} \qquad (5.2.1.11)$$

N_{30}-ის (5.2.1.11) მნიშვნელობებისათვის $N_3(t)$ იცვლის ნიშანს $[0,+\infty)$ არეზე დადებითიდან $N_3(0)=N_{30}>0$, უარყოფითზე, ამდენად $N_3(t)$ უწყვეტ ფუნქციას გააჩნია ნული, რომელიღაც t^{**} წერტილში. იგი წარმოადგენს $N_3(t)=0$ განტოლების ამოხსნას

$$\left(\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_2 N_{30}\right)e^{(\lambda_1-\lambda_2)t}=\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_1 N_{30} \qquad (5.2.1.12)$$

(5.2.1.12)-დან გვაქვს

$$t^{**}=\frac{1}{\sqrt{D}}\ \ln\left(\frac{-\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)+\lambda_1 N_{30}}{-\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)+\lambda_2 N_{30}}\right) \qquad (5.2.1.13)$$

შევნიშნოთ, რომ ლოგარითმქვეშა გამოსახულება ერთზე მეტია, როცა N_{30} აკმაყოფილებს (5.2.1.11) პირობას, რადგანაც $\lambda_1>\lambda_2$

$$\frac{-\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)+\lambda_1 N_{30}}{-\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)+\lambda_2 N_{30}}>1$$

$N_2(t)$-ც უტოლდება ნულს $[0,+\infty)$ არის t_1^* წერტილში. მართლაც, $N_2(t)$ უწყვეტი ფუნქცია (3.4) იცვლის ნიშანს $[0,+\infty)$ არეზე. $N_2(0)=N_{20}>0$, ხოლო შესაბამისად დიდი t-სთვის ის უარყოფითია

$$N_2(t)=e^{\alpha t}\left(\frac{N_{20}-N_{10}}{2}+\beta\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}}\ e^{-\lambda_2 t}-\beta\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}}\ e^{-\lambda_1 t}\right), \qquad (5.2.1.14)$$

რადგანაც ამ შემთხვევაში $N_2(t)$ - ს ნიშანს განსაზღვრავს (5.2.1.14) -ის მეორე თანამამრავლის პირველი შესაკრები $\frac{N_{20}-N_{10}}{2}$, რომელიც უარყოფითია, ხოლო ამ თანამამრავლის დანარჩენი წევრები ხდებიან რაგინდ მცირე აბსოლუტური მნიშვნელობით შესაბამისად დიდი t-ებისათვის. t_1^* მოიძებნება შემდეგი

$$\frac{N_{20}-N_{10}}{2}+\beta\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}}\ e^{-\lambda_2 t}-\beta\frac{\gamma\left(N_{10}+N_{20}\right)-\lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}}\ e^{-\lambda_1 t}=0 \qquad (5.2.1.15)$$

ტრანსცენდენტული განტოლების ამოხსნით.

თუ $N_{30}>\frac{\alpha N_{20}}{\beta}$, ანუ $N_2(t)$ -ს წარმოებული საწყის მომენტში უარყოფითია, მაშინ (3.1) -ის თანახმად, მეორე მხარე თავიდანვე ამცირებს საინფორმაციო შეტევებს და მერე $N_2(t)$ ფუნქცია გადის ნულზე. ხოლო თუ კი $N_{30}<\frac{\alpha N_{20}}{\beta}$, მაშინ მეორე მხარე თავიდან

ზრდის საინფორმაციო შეტევებს, აღწევს მაქსიმუმს, შემდეგ იწყებს საინფორმაციო შეტევების შემცირებას და მერე წყვეტს საინფორმაცოი ომს ($N_2(t)$ ფუნქცია გადის ნულზე) .

$N_{30} = \frac{\alpha N_{20}}{\beta}$ -ის შემთხვევაში მეორე მხარე თავიდან მუდმივი ინტენსიურობით აწარმოებს საინფორმაციო შეტევებს და მერე აჩერებს მათ. რაც შეეხება $N_1(t)$ - პირველ მხარეს, საკმაოდ დიდი t -ებისათვის იგი დადებითია და მიისწრაფვის $+\infty$ -სკენ , როცა $t \to +\infty$. მართლაც $N_1(t)$ -ის ყოფაქცევას, როცა $t \to +\infty$ განსაზღვრავს $e^{\alpha t}$ ფუნქცია და $\frac{N_{10} - N_{20}}{2}$ - ის ნიშანი, რომელიც ამ შემთხვევაში დადებითია. ეს კარგად ჩანს $N_1(t)$ -ეს შემდეგი ჩანაწერიდან

$$N_1(t) = e^{\alpha t}\left(\frac{N_{10} - N_{20}}{2} + \beta\frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_2 N_{30}}{\lambda_2\sqrt{D}} e^{-\lambda_2 t} - \beta\frac{\gamma(N_{10} + N_{20}) - \lambda_1 N_{30}}{\lambda_1\sqrt{D}} e^{-\lambda_1 t}\right) \quad (5.2.1.16)$$

(5.2.1.16)-ის მეორე თანამამრავლის პირველი შესაკრები $\frac{N_{10} - N_{20}}{2}$ დადებითია, ხოლო ამ თანამამრავლის დანარჩენი წევრები ხდებიან რაგინდ მცირე აბსოლუტური მნიშვნელობით შესაბამისად დიდი t-ებისათვის. მაგრამ თუ კი, N_{30}-ს შევარჩევთ შესაბამისად, მაშინ $N_1(t)$, გადაკვეთს აბსცისას. მართლაც, წარმოვადგინოთ $N_1(t)$ ორი ფუნქციის ნამრავლად

$$N_1(t) = e^{\lambda_2 t} F(t), \quad (5.2.1.17)$$

სადაც $F(t)$ მოიცემა ფორმულით

$$F(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2} e^{\lambda_1 t} - \frac{\beta}{\sqrt{D}}\left[\left(N_{30} - \frac{\gamma}{\lambda_2}(N_{10} + N_{20})\right)e^{\sqrt{D}t} - \left(N_{30} - \frac{\gamma}{\lambda_1}(N_{10} + N_{20})\right)\right] \quad (5.2.1.18)$$

თუ $F(t)$ ფუნქცია გადაკვეთს აბსცისას, მაშინ $N_1(t)$ -ც გადაკვეთს მას, იმავე წერტილებში, ე.ი. თუ $F(t)$ ფუნქციას გააჩნია ნულები,მაშინ (5.2.1.17)-ის თანახმად, იმავე წერტილები იქნება $N_1(t)$ ფუნქციის ნულები. ასე რომ, შეგვიძლია ამ მიმართებით გამოვიკვლიოთ $F(t)$ და შედეგები გამოვიყენოთ $N_1(t)$ -სთვის. $N_1(0) = F(0) = N_{10} > 0$.

შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\mathrm{A} \equiv N_{30} - \frac{\gamma}{\lambda_2}(N_{10} + N_{20}) > 0 \quad (5.2.1.19)$$

$$\mathrm{B} \equiv N_{30} - \frac{\gamma}{\lambda_1}(N_{10} + N_{20}) > 0 \quad (5.2.1.20)$$

შევნიშნოთ, რომ B >A, მაშინ (5.2.1.18), (5.2.1.19), (5.2.1.20)-ის გათვალისწინებით $F(t)$ გადაიწერება შემდეგი სახით:

$$F(t) = \frac{N_{10} - N_{20}}{2} e^{\lambda_1 t} - \frac{\beta}{\sqrt{D}}[\mathrm{A}\, e^{\sqrt{D}t} - \mathrm{B}] \quad (5.2.1.21)$$

ვიპოვოთ $F(t)$ -ს სტაციონარული წერტილები $F'(t) = 0$ განტოლებიდან

$$F^{/}(t)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,\lambda_1\,e^{\lambda_1 t}\text{ - }\beta\,\mathrm{A}\,e^{\sqrt{D}t}=0 \qquad (5.2.1.22)$$

შევკვეცოთ (5.2.1.22) $e^{\sqrt{D}t}$ -ზე, მივიღებთ

$$\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,\lambda_1\,e^{\lambda_2 t}\text{ - }\beta\,\mathrm{A}=0\,,$$

საიდანაც

$$e^{\lambda_2 t}=\frac{2\beta A}{(N_{10}-N_{20})\lambda_1} \qquad (5.2.1.23)$$

(5.2.1.23) განტოლებას $t>0$ -თვის, აქვს ამონახსნი, როცა მარჯვენა მხარე ერთზე მეტია. ეს კი მოხდება მაშინ, როცა

$$2\,\beta\,(\,N_{30}\text{ - }\frac{\gamma}{\lambda_2}\,(\,N_{10}+N_{20}\,))>(\,N_{10}\text{ - }N_{20}\,)\,\lambda_1\,,$$

ანუ

$$N_{30}>\frac{\gamma(N_{10}+N_{20})}{\lambda_2}+\frac{N_{10}-N_{20}}{2\beta}\,\lambda_1=\bar{N}_{30} \qquad (5.2.1.24)$$

(5.2.1.24) -ის შემთხვევაში, (5.2.1.23)-ს ამონახსნი ჩაიწერება შემდეგი სახით

$$t_0=\frac{1}{\lambda_2}\ln\,\frac{2\beta A}{(N_{10}-N_{20})\lambda_1} \qquad (5.2.1.25)$$

შევისწავლოთ $F^{/}(t)$ t_0 -ის მიდამოში. წარმოვადგინოთ $F^{/}(t)$ შემდეგნაირად

$$F^{/}(t)=e^{\sqrt{D}t}\,\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,\lambda_1\left(e^{\lambda_2 t}-\frac{2\beta A}{\lambda_1(N_{10}-N_{20})}\right) \qquad (5.2.1.26)$$

(5.2.1.26) -ის ყველა თანამამრავლი $\left(e^{\lambda_2 t}-\frac{2\beta A}{\lambda_1(N_{10}-N_{20})}\right)$ -ს გარდა დადებითია, ეს ბოლო კი ნიშანცვლადია t_0 -ის მიდამოში: t_0 -ის მარცხნივ იგი უარყოფითია, t_0 -ის მარჯვნივ - დადებითი, t_0 -ში ნულის ტოლია, ე.ი. t_0 $F(t)$ -ს ლოკალური მინიმუმის წერტილია.

ლემა 1. არსებობს N_{30}-ს ისეთი მნიშვნელობები, რომლისთვისაც $F(t)$ ფუნქცია t_0 - მინიმუმის წერტილში არადადებითია: $F(t_0)\le 0$.

დამტკიცება. ავღნიშნოთ $\mathrm{K}\equiv\frac{2\beta}{(N_{10}-N_{20})\lambda_1}$, მაშინ დიდი N_{30}-სთვის (5.2.1.21) -დან შეიძლება მივიღოთ

$$F(t_0)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,(KA)^{\lambda_1/\lambda_2}\text{ - }\frac{\beta}{\sqrt{D}}\,[\,A(KA)^{\sqrt{D}/\lambda_2}-B\,]\le 0 \qquad (5.2.1.27)$$

მართლაც, როცა $N_{30}>>\frac{\gamma(N_{10}+N_{20})}{\lambda_2}$, მაშინ (5. 2.1.19), (5.2.1.20)-დან $\mathrm{A}\approx N_{30}$ და $\mathrm{B}\approx N_{30}$. $F(t_0)$ -ს (5.2.1.21)-ის თანახმად აქვს სახე:

$$F(t_0)=\frac{N_{10}-N_{20}}{2}\,(K)^{\lambda_1/\lambda_2}\,(N_{30})^{\lambda_1/\lambda_2}-\frac{\beta}{\sqrt{D}}\,N_{30}\,[(K)^{\sqrt{D}/\lambda_2}\,(N_{30})^{\sqrt{D}/\lambda_2}-1],$$

$$F(t_0)=(N_{30})^{\lambda_1/\lambda_2}\,(K)^{\sqrt{D}/\lambda_2}\,[\frac{\beta}{\lambda_1}-\frac{\beta}{\sqrt{D}}+\frac{\beta}{\sqrt{D}}K^{-\frac{\sqrt{D}}{\lambda_2}}(\,N_{30}\,)^{-\frac{\sqrt{D}}{\lambda_2}}\,],$$

$$F(t_0)=(N_{30})^{\lambda_1/\lambda_2}\,(K)^{\sqrt{D}/\lambda_2}\,\beta\,[-\frac{\lambda_2}{\lambda_1\sqrt{D}}+\frac{1}{\sqrt{D}}(KN_{30})^{-\frac{\sqrt{D}}{\lambda_2}}\,]\leq 0\,,$$

რადგანაც აქ ყველა თანამამრავლი, ბოლოს გარდა, დადებითია. ბოლო კი უარყოფითია დიდი N_{30}-თვის. **რ.დ.გ.**

ამრიგად, (5.2.1.27) სამართლიანია, როცა $N_{30}\geq N_{30}^{**}$, ამასთან სამართლიანია $F(t_0, N_{30}=N_{30}^{**})=0$. შევნიშნოთ, რომ $N_{30}^{**}>\bar{N}_{30}$.

რადგანაც $F(t)$ t_0 წერტილში არადადებითია ლემა 1-ის ძალით, ეს ნიშნავს, რომ ამ წერტილში იგი ან ნულის ტოლია ან უარყოფითია. თავის მხრივ, ეს ნიშნავს, რომ $N_1(t)$ -ც ხდება ნულის ტოლი ან t_0 წერტილში ან t_1 -ში ($t_1<t_0$).

ამრიგად, პირველი მხარეც ასრულებს საინფორმაციო ომს, ისევე როგორც მეორე და მესამე მხარეები.

V.II.I.3. ($N_{10}<N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე მხარის სასტარტო პირობა მეტია პირველისაზე, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს, და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები $N_1(t)$ და $N_2(t)$ -თვის. ხოლო N_{30}^{**}-ს ანალოგი ავღნიშნოთ N_{30}^{***}-თი.

V.II.II. $D=\alpha^2-8\beta\gamma=0$.

ამ შემთხვევაში აგრესიულობის ინდექსი ჯერ კიდევ საკმაოდ მაღალია.

V.II.II.1. ($N_{10}=N_{20}$). იმ შემთხვევაში, როცა საერთაშორისო ორგანიზაციებმა პრევენციული ზომები მიიღეს, ხოლო ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებით, მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე ერთნაირია და ყველა მხარის ჩართულობა საინფორმაციო ომში (3.5)-(3.7) -ის გათვალისწინებით იქნება:

$$N_1(t)=N_2(t)=[\,N_{10}+(\frac{\alpha}{2}\,N_{10}-\beta\,N_{30})\,t\,]\,e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.2.2.1)$$

$$N_3(t)=[\,N_{30}+(2\gamma\,N_{10}-\frac{\alpha}{2}\,N_{30})\,t\,]\,e^{\frac{\alpha}{2}t} \qquad (5.2.2.2)$$

სამივე ფუნქცია გადის ნულზე, თუ კი t -ს წინ კოეფიციენტი არის უარყოფითი, ეს მიიღწევა (5.2.2.1) -ის შემთხვევაში, როცა

$$N_{30}>\frac{\alpha}{2\beta}\,N_{10} \qquad (5.2.2.3)$$

ხოლო (5.2.2.2) -ს შემთხვევაში კი, როცა

$$N_{30} > \frac{4\gamma}{\alpha} N_{10} \qquad (5.2.2.4)$$

შევნიშნოთ, რომ (5.2.2.3) -ის და (5.2.2.4)- ის მარჯვენა მხარეები ტოლია, როცა $D = 0$.

$N_1(t)$ და $N_2(t)$ ფუნქციები ნულზე გადიან t^*-ში

$$t^* = \frac{N_{10}}{\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2} N_{10}} = \frac{N_{10}}{\beta (N_{30} - \frac{\alpha}{2\beta} N_{10})}, \qquad (5.2.2.5)$$

ხოლო $N_3(t)$ გადის ნულზე t^{**} -ში

$$t^{**} = \frac{N_{10}}{\frac{\alpha}{2} N_{30} - 2\gamma N_{10}} = \frac{N_{30}}{\frac{\alpha}{2} (N_{30} - \frac{\alpha}{2\beta} N_{10})} \qquad (5.2.2.6)$$

ცხადია, რომ (5.2.2.3) ან (5.2.2.4) შემთხვევაში $t^{**} > t^*$. ამდენად, როცა $D = 0$, $N_{10} = N_{20}$ და $N_{30} > \frac{4\gamma}{\alpha} N_{10}$, სამივე მხარე ასრულებს საინფორმაციო ომს.

ამასთან, თუ სრულდება უტოლობა

$$\frac{\alpha}{\beta} N_{10} > N_{30} > \frac{\alpha}{2\beta} N_{10}, \qquad (5.2.2.7)$$

მაშინ, ანტაგონისტური მხარეები ჯერ ანვითარებენ, მაგრამ გარკვეული დროის შემდეგ საერთაშორისი ორგანიზაციების ზეწოლის გამო ანელებენ და მერე წყვეტენ საინფორმაცოი ომს.

თუ უტოლობა (5.2.2.7) არ სრულდება მარცხენა ნაწილში, ანუ ადგილი აქვს

$$N_{30} > \frac{\alpha}{\beta} N_{10},$$

მაშინ ანტაგონისტური მხარეები საერთაშორისი ორგანიზაციების ზეწოლის გამო, თავიდანვე ამცირებენ საინფორმაციო ზემოქმედებას და საბოლოოდ ასრულებენ საინფორმაცოი ომს. ხოლო თუ უტოლობა (5.2.2.7) არ სრულდება მარჯვენა ნაწილში, ანუ

$$0 < N_{30} < \frac{\alpha}{2\beta} N_{10},$$

მაშინ (5.2.2.1), (5.2.2.2) -ის თანახმად საინფორმაციო ომი ვითარდება:

$$N_1(t) \to +\infty,\ N_2(t) \to +\infty,\ N_3(t) \to +\infty, \qquad \text{როცა } t \to +\infty.$$

V.II.II.2. ($N_{10} > N_{20}$). თუ კი, ანტაგონისტურ მხარეებს არათანაბარი სასტარტო პირობები აქვთ და ამასთან პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორეზე, მაშინ სამივე საძებნი ფუნქცია გადის ნულზე გარკვეულ პირობებში.

$N_3(t)$ -თვის (3.5)-დან გამომდინარე ნულზე გასვლა მიიღწევა, მაშინ, როცა t -ს წინ კოეფიციენტი იქნება უარყოფითი, ანუ

$$N_{30} > \frac{\alpha(N_{10} + N_{20})}{4\beta} \qquad (5.2.2.8)$$

$N_3(t)$-ს ნული კი მიიღწევა t^{**} წერტილში

$$t^{**} = \frac{N_{30}}{\frac{\alpha}{2}N_{30} - \gamma(N_{10}+N_{20})} \qquad (5.2.2.9)$$

რაც შეეხება $N_1(t)$ -ს, იგი დიდი t -თვის ხდება რაგინდ დიდი, $N_{10} > N_{20}$ -ის გათვალისწინებით. ეს კარგად ჩანს $N_1(t)$ -ს ჩაწერის შემდეგი სახიდან

$$N_1(t) = \{\frac{N_{10}-N_{20}}{2} + \left[\frac{N_{10}+N_{20}}{2} + \frac{2\beta}{\alpha}(\gamma N_{10} + \gamma N_{20} - \frac{\alpha}{2}N_{30})t\right] e^{-\frac{\alpha}{2}t}\} e^{\alpha t} \qquad (5.2.2.10)$$

(5.2.2.10) -ის გათვალისწინებით $e^{\frac{\alpha}{2}t}$ -ზე შეკვეცით ჩავწეროთ $N_1(t)=0$ განტოლება

$$(N_{10}-N_{20})\, e^{\frac{\alpha}{2}t} = -(N_{10}+N_{20}) + \left(2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}(N_{10}+N_{20})\right)t \qquad (5.2.2.11)$$

შემოვიღოთ ავღნიშნა

$$F(t) \equiv (N_{10}-N_{20})\, e^{\frac{\alpha}{2}t} + (N_{10}+N_{20}) - \left(2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}(N_{10}+N_{20})\right)t \qquad (5.2.2.12)$$

$N_1(t) = \frac{1}{2} e^{\frac{\alpha}{2}t} F(t)$, ამიტომ $F(t)$ -ს ნულები იქნება $N_1(t)$ -ს ნულებიც.

$F(0) = 2N_{10} > 0$. ვიპოვოთ $F(t)$-ს სტაციონარული წერტილები:

$$F'(t) = \frac{\alpha}{2}(N_{10}-N_{20})\, e^{\frac{\alpha}{2}t} - \left(2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}(N_{10}+N_{20})\right) \qquad (5.2.2.13)$$

$$F'(0) = -2\beta\left(N_{30} - \frac{\alpha}{2\beta}N_{10}\right) < 0,$$

როცა

$$N_{30} > \frac{\alpha}{2\beta}N_{10} \qquad (5.2.2.14)$$

(5.2.2.14) შემთხვევაში, $F(t)$-ს მნიშვნელობის შემცირება იწყება 0 -დანვე. თუ სადამდე, რომელ t -მდე და როგორი N_{30} -თვის მცირდება $F(t)$ გამოითვლება შემდეგი უტოლობიდან $F'(t) < 0$

$$1 < e^{\frac{\alpha}{2}t} < \frac{2\left[2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}(N_{10}+N_{20})\right]}{\alpha(N_{10}-N_{20})}, \qquad (5.2.2.15)$$

ამასთან, როცა სამართლიანია (5.2.2.14) ადგილი აქვს შემდეგ უტოლობას

$$\frac{2\left[2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}(N_{10}+N_{20})\right]}{\alpha(N_{10}-N_{20})} > 1$$

(5.2.2.14) შემთხვევაში $F(t)$ მცირდება 0 -დან t^* - მდე - რომელიც არის $F'(t) = 0$ -ის ამონახსნი, ანუ t^* $F(t)$ -ს ლოკალური მინიმუმის წერტილია

$$t^* = \frac{2}{\alpha} \ln \frac{2\left(2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}\left(N_{10} + N_{20}\right)\right)}{\alpha\left(N_{10} - N_{20}\right)} \qquad (5.2.2.16)$$

ვიპოვოთ პირობა N_{30} -თვის, რომლისათვისაც $F(t)$ ხდება არადადებითი t^* -ში.

$$F(t^*) = \frac{4\beta N_{30}}{\alpha} - \left(\frac{4\beta}{\alpha} N_{30} - \left(N_{10} + N_{20}\right)\right) \ln \frac{2\left(2\beta N_{30} - \frac{\alpha}{2}\left(N_{10} + N_{20}\right)\right)}{\alpha\left(N_{10} - N_{20}\right)} \le 0 \qquad (5.2.2.17)$$

ლემა 2. (5.2.2.17) უტოლობა სამართლიანია , როცა $N_{30} \ge N_{30}^*$,

$n^* \frac{\alpha}{4\beta}\left(N_{10} + N_{20}\right) = N_{30}^*$, $n^* \cong 4{,}5911$.

დამტკიცება.

N_{30} -ის მიმართ (5.2.2.17) უტოლობის ამონახსნი ვეძებოთ შემდეგნაირად

$$n \frac{\alpha}{4\beta}\left(N_{10} + N_{20}\right) = N_{30}$$

და შევარჩიოთ n ისეთი, რომ $F(t^*) \le 0$. მაშინ

$$F(t^*) = n\left(N_{10} + N_{20}\right) - \left(N_{10} + N_{20}\right)(n-1) \ln \frac{(n-1)\left(N_{10} + N_{20}\right)}{N_{10} - N_{20}} =$$

$$= \left(N_{10} + N_{20}\right)\left[n - (n-1) \ln \frac{(n-1)\left(N_{10} + N_{20}\right)}{N_{10} - N_{20}}\right] \le \left(N_{10} + N_{20}\right)\left[n - (n-1)\ln(n-1)\right] \le 0 \qquad (5.2.2.18)$$

(5.2.2.18) უტოლობა $n > 1$ -თვის სამართლიანია , თუ კი

$$n - (n-1)\ln(n-1) \le 0$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$G(n) \equiv n - (n-1)\ln(n-1).$$

მაშინ

$G(n) \to 1+$, როცა $n \to 1+$;

$G'(n) < 0$, როცა $n > 2$;

$G'(n) > 0$, როცა $1 < n < 2$;

$G'(n) = 0$, როცა $n = 2$,

ანუ $n = 2$ არის $G(n)$ ფუნქციის ლოკალური მაქსიმუმის წერტილი.

ცხადია, რომ არსებობს ისეთი n^*, რომლისთვის

$$G(n^*) = 0,$$

რადგანაც $G(4) > 0$, $G(5) < 0$, ე.ი. $4 < n^* < 5$, ხოლო უფრო ზუსტად $n^* \cong 4{,}5911$.

ამრიგად, როცა $N_{30} \ge n^* \frac{\alpha}{4\beta}\left(N_{10} + N_{20}\right)$,ე.ი. $n \ge n^*$, $G(n) \le 0$, ე.ი. $F(t^*) \le 0$.

ლემა დამტკიცებულია.

ცხადია, რომ რადგანაც ადგილი აქვს (5.2.2.17) $N_1(t)$ ფუნქციას გააჩნია ნული. რაც შეეხება $N_2(t)$ -ს იგი ნებისმიერი N_{30} -თვის და დიდი t -თვის მიისწრაფვის $-\infty$ -კენ და ამიტომ მისი ნული t^{**} მოიძებნება შემდეგი ტრანსცენდენტული განტოლების ამოხსნით

$$N_2(t) = \frac{N_{20} - N_{10}}{2} e^{\alpha t} + \left[\frac{N_{10} + N_{20}}{2} + \frac{2\beta}{\alpha}(\gamma N_{10} + \gamma N_{20} - \frac{\alpha}{2} N_{30})t \right] e^{\frac{\alpha}{2}t} = 0 .$$

V.II.II.3. ($N_{10} < N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე მხარის სასტარტო პირობა მეტია პირველისაზე, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები $N_1(t)$ და $N_2(t)$ -სთვის. N_{30}^* -ის ანალოგი აქ გვექნება N_{30}^1.

V.II.III. $D = \alpha^2 - 8\beta\gamma < 0$.

V.II.III.1. ($N_{10} = N_{20}$). თუ ანტაგონისტურმა მხარეებმა საინფორმაციო ომი დაიწყეს თანაბარ სასტარტო პირობებში, მაშინ საერთაშორისო ორგანიზაციების ზემოქმედება პირველ და მეორე მხარეზე შედეგიანია. ამ შემთხვევაში $N_3(t), N_1(t)$, $N_2(t)$ ფუნქციები, (3.8) - (3.10)-ის თანახმად მიიღებენ შემდეგ სახეს

$$N_3(t) = \sqrt{N_{30}^2 + \frac{(4\gamma N_{10} - \alpha N_{30})^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t + \theta_1 \right), \tag{5.2.3.1}$$

$$\theta_1 = arctg\, \frac{N_{30}\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{4\gamma N_{10} - \alpha N_{30}} .$$

$$N_1(t) = N_2(t) = \sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}} \sqrt{N_{30}^2 + \frac{(4\gamma N_{10} - \alpha N_{30})^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}}\, e^{\frac{\alpha}{2}t} \sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t + \theta_1 + \varphi \right), \tag{5.2.3.2}$$

$$\varphi = arctg\, \frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{\alpha} .$$

ბუნებრივია, რომ $N_1(t)$ და $N_2(t)$ ფუნქციები ნულზე გადიან t^* -ში

$$t^* = \frac{2(\pi - \varphi - \theta_1)}{\sqrt{-D}}, \tag{5.2.3.3}$$

ხოლო $N_3(t)$ t^{**} -ში, რომელიც მეტია t^* -ზე

$$t^{**} = \frac{2(\pi - \theta_1)}{\sqrt{-D}} \tag{5.2.3.4}$$

და საინფორმაციო ომი წყდება.

V.II.III.2. ($N_{10} >$ N_{20}). თუ კი ანტაგონისტური მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და პირველი მხარის სასტარტო პირობა მეტია მეორისაზე, მაშინ $N_3(t)$ ფუნქცია გადის ნულზე (3.8)-ის თანახმად t_1^{**} წერტილში

$$t_1^{**} = \frac{2(\pi - \theta)}{\sqrt{-D}} ,$$

ხოლო $N_2(t) \to -\infty$, როცა $t \to +\infty$, ამიტომ $N_2(t)$ ფუნქციას გააჩნია ნული t_1^* , რომელიც მოიძებნება განტოლებიდან

$$N_2(t_1^*) = 0,$$

სადაც $N_2(t)$ -ს აქვს (3.10) სახე.

რაც შეეხება $N_1(t)$-ს, $N_1(t) \to +\infty$, როცა $t \to +\infty$, მაგრამ N_{30} -ის შერჩევით $N_1(t)$ ფუნქცია შეიძლება გავიდეს ნულზე.

მართლაც,

$$N_1(t) = 0$$

(3.9)-ის თანახმად მოგვცემს შემდეგ განტოლებას

$$\sin\left(\frac{\sqrt{8\beta\gamma - \alpha^2}}{2} t + \theta + \varphi\right) = \left(\frac{N_{20} - N_{10}}{2} e^{\frac{\alpha t}{2}}\right) / \sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}} \sqrt{N_{30}{}^2 + \frac{\left(2\gamma(N_{10} + N_{20}) - \alpha N_{30}\right)^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}} \quad (5.2.3.5)$$

(5.2.3.5)-დან $N_1(t)$ ფუნქციის ნულის არსებობის პირობას მივყავართ შემდეგ უტოლობამდე

$$0 \le \frac{(N_{10} - N_{20})e^{\frac{\alpha t}{2}}}{\sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}}\sqrt{N_{30}^2 + \frac{\left(2\gamma(N_{10} + N_{20}) - \alpha N_{30}\right)^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}}} \le 2 ,$$

$$e^{\frac{\alpha}{2}t} \le \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}}\sqrt{N_{30}^2 + \frac{(2\gamma(N_{10} + N_{20}) - \alpha N_{30})^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}}}{N_{10} - N_{20}}$$

$$t \le \frac{2}{\alpha} \ln \frac{2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{2\gamma}}\sqrt{N_{30}^2 + \frac{(2\gamma(N_{10} + N_{20}) - \alpha N_{30})^2}{8\beta\gamma - \alpha^2}}}{N_{10} - N_{20}} \quad (5.2.3.6)$$

(5.2.3.5) -ის ამოხსნა t მიმართ, რომელიც აკმაყოფილებს (5.2.3.6), ყოველთვის არსებობს დიდი N_{30} -თვის.

ამრიგად, $N_1(t)$ ფუნქციას გააჩნია ნული და პირველი მხარეც წყვეტს საინფორმაციო ომს.

V.II.III.3.($N_{10} < N_{20}$). თუ კი ანტაგონისტურ მხარეებს გააჩნიათ სხვადასხვა სასტარტო პირობები და მეორე მხარის სასტარტო პირობა მეტია პირველისაზე, მაშინ პირველი და მეორე მხარეები ცვლიან როლებს და გვაქვს სიმეტრიული შედეგები $N_1(t)$ და $N_2(t)$ - თვის.

ამრიგად, მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ $N_1(t)$, $N_2(t)$ და $N_3(t)$ ფუნქციები ნულზე გადიან შესაბამისი N_{30} და γ შერჩევით (პრევენციისა და სამშვიდობო აქტიურობის გაზრდით). თუ კი პრევენციას არა აქვს ადგილი, სამივე საძებნი ფუნქციის ნულზე გასვლა შესაძლებელია, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა $D<0$ (აგრესიულობა სამშვიდობო აქტიურობასთან შედარებით ნაკლებია). ამასთან ამ უკანასკნელ შემთხვევაში, ნულზე გასვლა მიიღწევა γ (სამშვიდობო აქტიურობის) გაზრდით, მაშინაც, როცა საინფორმაციო ომი იწყება სხვადასხვა სასტარტო პირობებში.

საერთაშორისო ორგანიზაციები ვერ აქრობენ საინფორმაციო ომს, ანუ $N_1(t)$ და $N_2(t)$ ფუნქციები არ გადიან ნულზე, როცა $D \geq 0$ (აგრესიულობა მაღალია), და არ არსებობს პრევენციული ქმედებები მათი მხრიდან.

უნდა აღინიშნოს, რომ მთელი 2008 წლის განმავლობაში მიმდინარე რუსეთ-საქართველოს საინფორმაციო ომი, აგვისტოს ცხელი ფაზის ჩათვლით შესაძლებელია აღიწეროს არაპრევენციული მოდელით - კოშის ამოცანით (3.1), (2.2) ($N_{30}=0$) და შესაბამისი (4.1)-(4.3) ამოხსნებით, სადაც პირველი მხარე - რუსეთია, მეორე - საქართველო, ამასთან $N_{10}>N_{20}$. საერთაშორისო ორგანიზაციების დაგვიანებულმა რეაგირებამ გაჩაღებულ საინფორმაციო ომზე გავლენა მოახდინა მხოლოდ საქართველოზე, რომელმაც არათანაბარი სასტარტო განცხადებებით აჰყვა რუსეთს, შემდეგ გაითვალისწინა ავტორიტეტული ორგანიზაციების პოზიცია და ჯერ შეანელა, შემდეგ კი შეწყვიტა საინფორმაციო ომი. რუსეთის მხარეზე, საერთაშორისო ორგანიზაციების სამშვიდობო ხასიათის ძალისხმევამ სერიოზული გავლენა არ იქონია და მან ინტენსიურად გააგრძელა საინფორმაციო ომი, რომელსაც თან ახლდა ომის ცხელი ფაზა (საომარი მოქმედებები).

ჩვენს მიერ შემოთავაზებულმა საინფორმაციო ომის მათემატიკურმა მოდელმა, ზევრ სხვა შედეგთან ერთად, მოგვცა იმ დასკვნის გაკეთების უფლება, რომ საერთაშორისო ორგანიზაციებს, რომლებიც მუდმივად ფხიზლობენ და ოპერატიულად აკონტროლებენ თავის მოქმედებებს შეუძლიათ ჩააქრონ ნებისმიერი საინფორმაციო ომი, რომელიც მიმდინარეობს, თუნდაც, მკვეთრად განსხვავებული სიძლიერისა და საინფორმაციო იარაღის მქონე სახელმწიფოთა შორის. ომის ჩაქრობა მაშინაცაა შესაძლებელი, როცა "მგელს" ძალიან უნდა "კრავის" "შეჭმა", თუ, რა თქმა უნდა, "მგელი" ითვალისწინებს "მშვიდობისმყოფელი ლომების" (საერთაშორისო ორგანიზაციების) აზრს თუ არა, სიძლიერეს მაინც.

ლიტერატურა

1. Joint Pub 3-13 "Information Operations", DOD US, December 1998.
2. Г.Г.Почевцов. Пропаганда и контрпропаганда. Изд. «Центр», М. 2004.
3. www.securitylab.ru.
4. Thomas P. Rona, "Weapon Systems and Information War", Boeing Aerospace Co.,Seattle, WA, 1976.
5. მ. ხანანაშვილი, ინფორმაციული სტრესი. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის გამომცემლობა. თბილისი, 2008.
6. Богданов А. М., Мохор В.В. Математическая модель информационного воздействия. Інформаційні технології та безпека: Збірник наукових праць Інституту проблем реєстрації інформації НАН України.— К.: ІПРІ, 2002.— Вип. 2.
7. Jeffrey R. Cares, An Information Age Combat model, Alidade Consulting Technical Paper, March 2001.
8. Jorma Jormakka, Jarmo V.E. Molsa, Modelling Information Warfare as a Game. Journal of Information Warfare. 2005, 4 (2): 12 - 25.
9. Temur Chilachava, Nugzar Kereselidze. About one mathematical model of the information warfare. Fifth congress of mathematicians of Georgia. Abstracts of contributed talks. Batumi/Kutaisi, October 9-12, 2009, p. 85.
10. თ.ჩილაჩავა, ც.ძიძიგური მათემატიკური მოდელირება, თბილისი, 2008, 440 გვ.

სტატია მიღებულია: 2009-12-09