



პროგნოზი საქართველოში



ბლოკჩეინ ტექნოლოგია და მისი გამოყენების ძირითადი ასპექტები

ენერგეტიკა

ი. ჯავახიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
ასოცირებული პროფესორი

რეზიუმე

გაანალიზებულია ინფორმაციული რევოლუციების განვითარების 5 ეტაპი და მათი ზემოქმედებით გამოწვეული საზოგადოების ხარისხობრივი გარდაქმნის შედეგები. აღნიშნულია, რომ დღეს საზოგადოება იმყოფება მეექვსე ინფორმაციული რევოლუციის განხორციელების ეტაპზე და მინიშნებულია საზოგადოებაში ამ ეტაპის თავისებურებების გამოვლენის ნიშნებზე, ცოდნის ექსპერტული სისტემების როგორც ხელოვნური ინტელექტის რეალიზაციის ერთ-ერთ საშუალებაზე. ხაზგასმულია, რომ ინფორმაციული რევოლუციების განვითარების პარალელურად იცვლება ამ ეტაპებს შორის ინტერვალები, სწრაფად მცირდება ცოდნის განახლების პერიოდის ხანგრძლიობა. მითითებულია, რომ ბლოკჩეინ ტექნოლოგია მეექვსე ინფორმაციული რევოლუციის გამორჩეული და პერსპექტიული ტექნოლოგიაა. მოცემულია ბლოკჩეინის ჯაჭვის ფორმირების ტექნოლოგია და მისთვის დამახასიათებელი ძირითადი თავისებურებები: მონაცემთა დაცულობის მაღალი დონე, ბლოკჩეინში ჩანერილი მონაცემების შეცვლის, ამოგდების და გაყალბების შეუძლებლობა, მართვის დეცენტრალიზაცია, ტრანზაქციის განხორციელება მესამე პირის მონაწილეობის გარეშე.

სტატიაში აღნიშნულია, რომ ბლოკჩეინ ტექნოლოგია არის ქვეყნების განვითარების ერთ-ერთი სტრატეგიული მიმართულება. მოტანილია ინფორმაცია საქართველოს საჯარო რეე-

სტრუქტურული ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამოყენებით უძრავი ქონების რეგისტრაციის შესახებ. დახასიათებულია ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის განვითარების გზა მისი წარმოშობიდან დღემდე, განალიზებულია ამ გზაზე ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის განხორციელების თავისებურებები და მიღწევები. დაწვრილებითაა განხილული ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის უპირატესობები და მისთვის დამახასიათებელი ნალოვანებები. კერძოდ, განხილულია ბლოკჩეინის ის თვისებები, რომლებმაც მას მოუტანა საზოგადოებაში აღიარება და პოპულარობა: დეცენტრალიზაცია, მონაცემთა უსაფრთხო შენახვა, ტრანზაქციების გამჭვირვალობა, ტრანზაქციის განხორციელების მაღალი სისწრაფე, ტრანზაქციის დანახარჯების შემცირება.

ნაშრომში აღნიშნულია რომ, ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის ნაკლოვანებები ხელს უშლის საზოგადოებაში მის პრაქტიკულ ადაპტაციასა და ფართოდ გავრცელებას. მისთვის დამახასიათებელი ცალკეული ნაკლოვანებებია: ბლოკჩეინის ზომა (მოცულობა) იმდენად დიდია, რომ ბლოკჩეინში განხორციელებული ტრანზაქციების შესანახად საჭიროა დიდი გამოთვლითი სიმძლავრეები, დიდი რაოდენობით ელექტროენერგიის მოხმარება. მიუხედავად იმისა, რომ ბლოკჩეინში არ ხდება მომხმარებლის სახელისა და გვარის მითითება, მაინც არსებობს კონფიდენციალობის დარღვევის გარკვეული რისკები. ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის ერთ-ერთ ნაკლად მკვლევარები მიიჩნევენ დაუმთავრებელ ტრანზაქციებსა და მემპულების არსებობას, ასევე მისი მასშტაბურობის პრობლემა, რაც გამოწვეულია ბლოკჩეინის ქსელში ბლოკის სიდიდის შეზღუდულობით. თანამედროვე ეტაპზე ბლოკჩეინის ნაკლად ითვლება საკანონმდებლო დონეზე კრიპტოვალუტის რეგულირების არ არსებობა. კრიპტოვალუტის მოპოვებისას ადგილი აქვს გარემოს დაბინძურებას გამოყოფილი ნახშირორჟანგით. სტატიაში მოტანილია ინფორმაცია ბლოკჩეინ ტექნოლოგიების დასაწერად საჭირო სპეციალისტებზე მოთხოვნების შესახებ.

სტატიაში კვლევის შედეგები წარმოდგენილია დასკვნების სახით: საჭიროა გაძლიერდეს და გაფართოვდეს ბლოკჩეინ ტექ-

ნოლოგიის დანერგვა ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში; შემუშავდეს ღონისძიებები ბლოკჩეინის ქსელში ტრანზაქციის დაშვებული შეცდომების გამოსასწორებლად; შეიქმნას კრიპტოვალუტის მოპოვების ისეთი ტექნოლოგია, რომელიც შეამცირებს ელექტროენერგიის ხარჯვასა და გარემოს დაბინძურებას; ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის დანერგვის არეალის გასაფართოებლად აუცილებელია საკანონმდებლო დონეზე განხორციელდეს კრიპტოვალუტის რეგულირება და სტანდარტიზაცია, როგორც მთლიანად მსოფლიოში, ასევე საქართველოში; შემუშავდეს ღონისძიებები ბლოკჩეინის ქსელში დაუმთავრებელი ტრანზაქციებისა და მემპულეების რაოდენობების შესამცირებლად; აუცილებელია სასოფლოსამეურნეო პროდუქციის ლოჯისტიკის მართვის გაუმჯობესების მიზნით ბლოკჩეინის სისტემაში განთავსდეს სოფლის მეურნეობის პროდუქტების შესახებ ციფრული სერტიფიკატები.

საკანონო სიტყვები: ინფორმაციული რევოლუციები, ბლოკჩეინი, ბლოკჩეინ ტექნოლოგია, ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის უპირატესობები, ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის ნაკლოვანებები.

ძირითადი ტექსტი

დღეისთვის მსოფლიოში მრავალი ქვეყანა აშენებს ინფორმაციულ საზოგადოებას. შემუშავებულია შესაბამისი პროგრამები. ინფორმაციული საზოგადოების მშენებლობას საფუძვლად უნდა დაედოს ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების ფართოდ გამოყენება. უნდა განხორციელდეს ქვეყნის ეკონომიკის გაციფრულება ისეთი ტექნოლოგიის ბაზაზე, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების შენახვის მაღალ საიმედოობას, გამორიცხავს ტრანზაქციის განხორციელებისას შუამავლის მონაწილეობის აუცილებლობას, შეამცირებს შესაბამის დანახარჯებსა და დროს. ყოველივე აღნიშნულის წარმატებით განხორციელება შესაძლებელია ბლოკჩეინ ტექნოლოგიით, რომლის შემქმნელია საიდუმლოებით მოცული ადამიანი ან ადამიანთა ჯგუფი სატოში ნაკამოტოს ფსევდონიმით. ბლოკჩეინ ტექნოლოგიას, მისი გა-

მოყენების არსებულ მდგომარეობას და პერსპექტივების კვლევას ეძღვნება წარმოდგენილი სტატია. მასში განხილულია მსოფლიოში ამ სფეროში არსებული კვლევების, მოსაზრებებისა და განვითარების ტენდენციები, ბლოკჩეინ ტექნოლოგიისთვის დამახასიათებელი ძირითადი პრინციპები, უპირატესობები, ნაკლოვანებები და სხვადასხვა სფეროში არსებული და შესაძლო გამოყენების პერსპექტივები.

ბლოკჩეინ ტექნოლოგია შეიქრა ადამიანთა საქმიანობის თითქმის ყველა სფეროში (ეკონომიკაში, პოლიტიკაში, ჰუმანიტარულ და იურისპრუდენციაში და სხვა). მისი შესაძლებლობები დღეის მდგომარეობით ბოლომდე არაა გამოკვლეული, იგი განვითარებისა და სრულყოფის ეტაპზეა. მრავალი მკვლევარის აზრით იგი აამაღლებს ადამიანთა სოციალურ-კულტურული განვითარების დონეს, დააჩქარებს ქვეყანაში ინფორმაციული საზოგადოების მშენებლობის პროცესს, მოახდენს რადიკალურ ცვლილებებს საზოგადოების განვითარებაში, დიდი ალბათობით რამდენიმე წელიწადში გარდაქმნის მრავალ დარგს.

ინფორმაციული და ტექნოლოგიური გარდაქმნების უკეთ გაგების მიზნით საჭიროა რეტროსპექტულად შევაფასოთ ძირეული და ღრმა ხარისხობრივი ცვლილებები ინფორმაციზაციის განვითარების მიმართულებით, რასაც ინფორმაციულ რევოლუციებს უწოდებენ. ამავე დროს, ასეთი მიდგომა გაგვიადვილებს იმის გააზრებას, თუ განვითარების რა ფაზაზე ვიმყოფებით ამჟამად და რა მოგველის ახლო მომავალში. კაცობრიობის ისტორიაში აღინიშნა ექვსი ინფორმაციული რევოლუცია, რომელთაგან ხუთი უკვე მოხდა და ამჟამად მეექვსე ინფორმაციულ რევოლუციაში ვიმყოფებით, რომლის ქრონოლოგია შემდეგია [1. 28-33]:

პირველი ინფორმაციული რევოლუცია – ეს იყო ადამიანთა ურთიერთობებში ენების აღმოცენება. ადამიანის შემეცნებაში და საქმიანობაში ენობრივი სიმბოლიკის დანერგვა და გავრცელება ინფორმაციული რევოლუციის შინაარსს შეადგენს. ენის საშუალებით ჩამოყალიბებული, გადაცემული და შენახული ინფორმაცია მძლავრ სტიმულად იქცა შემდგომი თაობებისა და

უცხო ადამიანებისთვის ცოდნის შეძენისა და გამოყენებისთვის.

მეორე ინფორმაციული რევოლუცია ეხება დამწერლობის გამოგონებას. იგი პირველი ინფორმაციული რევოლუციისგან დაშორებულია რამდენიმე ათასი წლის პერიოდით. დამწერლობის დანერგვის წყალობით შესაძლებელი გახდა ადამიანთა დიდი რაოდენობის დაკავშირება ცოდნასთან და თანაც მოკლე დროში.

მესამე ინფორმაციული რევოლუცია – ეს არის ბეჭდვის გამოგონება. გერმანელი ი. გუტენბერგის ეს გამოგონება ჩაითვალება მეორე ათასწლეულის უდიდეს გამოგონებად. წიგნების ბეჭდვის, როგორც ახალი ინფორმაციული რევოლუციისა და ტექნოლოგიის, ძირითადი შედეგი ის იყო, რომ მან საშუალება მისცა ინფორმაციას და ცოდნას ადვილად გადაეღა ნებისმიერი სივრცობრივი, დროითი და კულტურულ-ცივილიზაციური ბარიერი. ფაქტობრივად, მან მოამზადა სამრეწველო რევოლუცია და კაპიტალიზმის სწრაფი ტემპებით განვითარება.

მეოთხე ინფორმაციული რევოლუცია დაკავშირებულია ტელეგრაფის, რადიოს, ტელეფონის და ტელევიზორის (მასობრივი ინფორმაციის საშუალებების) შექმნასთან. ამ რევოლუციის მთავარი და საზოგადოებრივად შესაგრძნობი შედეგი გახდა სივრცის გადალახვა, ინფორმაციული ურთიერთობების უზრუნველყოფა შედარებით სწრაფი და მასობრივი გახდა. გამოიკვეთა ის გარემოება, რომ საზოგადოებრივი მონაცემების საკითხები და ეკონომიკის ზრდა სულ უფრო მკაფიოდ დამოკიდებული ხდება მასმედიის საშუალებების განვითარებაზე.

მეხუთე ინფორმაციულ რევოლუციას შეიძლება ვუწოდოთ კომპიუტერული და ტელესაკომუნიკაციო. იგი მოიცავს: სხვადასხვა კლასის კომპიუტერების შექმნას, რომელთაც შეუძლიათ წამში რამდენიმე ათეული ტრილიონობითა და კვადრილიონებით ოპერაციის შესრულება. ტექნიკის არცერთ სახეობას ისეთი პროგრესი არ განუცდია და თანაც ძალიან მოკლე დროში, როგორც ეს კომპიუტერების გაუმჯობესებას მოჰყვა. არანაკლები მიღწევებია ტელესაკომუნიკაციო საშუალებების ხარისხის, შესაძლებლობების გაუმჯობესებისა და გავრცელების

საქმეში. ამ მხრივ საგრძნობია ინტერნეტის ქსელის შესახებ მონაცემები. რადიოს დასჭირდა 30 წელი, რომ მიეღწია 50 მლნ აუდიტორიისათვის, ტელევიზიას – 13 წელი და ინტერნეტს კი – მხოლოდ 4 წელი. 1993 წელს ინტერნეტით სარგებლობდა 90 ათასი ადამიანი, 2002 წელს – 580 მლნ, 2012 წელს კი ორ მილიარდზე მეტი, ხოლო 2020 წლის დასაწყისისთვის ინტერნეტით მოსარგებლეთა რიცხვმა გადააჭარბა 4,5 მილიარდს [13].

უკვე აშკარად გამოიკვეთა მეექვსე ინფორმაციული რევოლუციის ნიშნები, რომლებიც დაფუძნებულია ცოდნის ექსპერტული სისტემებისა და ხელოვნული ინტელექტის სხვა საშუალებების გლობალიზაციაზე.

ხელოვნული ინტელექტი და მისი რეალიზების ერთ-ერთი საშუალება ექსპერტული სისტემაა. იგი არის ავტომატიზებული (კიბერნეტიკული) სისტემა, რომელიც განსაზღვრულ საგნობრივ არეში დაგროვილი ცოდნის საფუძველზე ახდენს ადამიანის ინტელექტუალური საქმიანობის ზოგიერთი სახის მოდელის შექმნას და მის რეალიზაციას (ამოხსნას, იმიტაციას კომპიუტერზე). შედეგად მიიღება ე.წ. ინტელექტუალური პროდუქტი გამოგონების, აღმოჩენის, მეცნიერული ნაშრომის და სხვათა სახით - პატენტი, ლიცენზია ან საავტორო უფლება. ეს ფაქტები მეტყველებენ მეექვსე ინფორმაციული რევოლუციის კონტურებზე, რომელიც მიგვიყვანს გლობალური ინფორმაციული საზოგადოების ჩამოყალიბებამდე, რაც განვითარებული ქვეყნების ინტერესებს შეესაბამება და მათი მუშაობის დღის წესრიგში დგას.

ძნელი შესამჩნევია არ არის, რომ ინფორმაციულ რევოლუციებს შორის ინტერვალები სულ უფრო მცირდება. მეორე ინფორმაციულ რევოლუციის მოხდენას ათასობით წლები დასჭირდა, მესამეს – 2-3 ათასი წელი, მეოთხეს – 4 საუკუნე, მეხუთეს – 50 წელი და მეექვსეში კი სრულიად შეუმჩნევლად შევადით.

მეექვსე ინფორმაციული რევოლუციის ერთ-ერთი გამორჩეული ინფორმაციული ტექნოლოგიაა ბლოკჩეინ ტექნოლოგია, რომლის განმარტება სამეცნიერო ლიტერატურაში იმდენად ბევრი და მრავალფეროვანია, რომ შეუძლებელია ერთი სტატიის

ფარგლებში მათი არა მარტო დანვრელებით განხილვა, არამედ ციტირებაც კი. ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის ნათლად წარმოდგენის მიზნით ქვემოთ მოგვყავს სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული განმარტებებიდან ერთ-ერთი განმარტება „ბლოკჩეინ ტექნოლოგია არის ორგანიზებული მონაცემთა ბაზა, რომელიც შედგება ბლოკების ჯაჭვისაგან, გაფორმებულია განსაზღვრული წესების მიხედვით. თითოეულ ბლოკის უჯრა თვის თავში მოიცავს წინა უჯრის შესახებ ინფორმაციას. ეს ტექნოლოგია ემყარება დეცენტალიზაციის პრინციპს, ანუ მონაცემთა ბაზა არ იმყოფება ერთ რომელიმე ადგილას, არამედ იგი განთავსებულია სისტემაში ჩართულ ყველა კომპიუტერზე და წარმოქმნიან ქსელს [17].

ცნობილია, რომ ბიტკოინის ბლოკჩეინი საბუღალტრო წიგნია (**Ledger**), რომელშიც ჩანერილია აბსოლუტურად ყველა ტრანზაქცია ბიტკოინის შექმნიდან დღემდე. თუ ბლოკჩეინი არის საბუღალტრო წიგნი, მაშინ მისი თითოეული გვერდი არის ბლოკი, რომელშიაც იწერება ყველა ფინანსური ტრანზაქცია და რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია ჰეშებით, ისე, რომ თითოეული შემდგომი ბლოკის სათაურში ინახება წინა ბლოკის ჰეშ-კოდი¹. ამ უზარმაზარ საბუღალტრო წიგნიდან შეუძლებელია გვერდის (ბლოკის) ამოგდება, მისი შინაარსის შეცვლა, რადგან მაშინვე შეიცვლება შემდეგი ყველა გვერდის (ბლოკის) სათაური, და ბიტკოინის ქსელის ნებისმიერი მონაწილე, რომელშიაც ინახება ამ ბლოკჩეინ წიგნის ასლი, მაშინვე შეამჩნევს შეცვლის მცდელობას. კერძოდ, ბიტკოინის ქსელი თვითონ ავტომატურად შეამჩნევს ამას და უარყოფს, რადგან თვითორგანიზებადი სისტემაა. ამრიგად ბლოკების, რომლებიც ჩანერილია ბლოკჩეინში, შეცვლა შეუძლებელია. ეს არის ბლოკჩეინის როგორც განაწილებული რეესტრის მნიშვნელოვანი თვისება. ასევე, შეუძლებელია სხვებისგან შეუმჩნევლად ბლოკების ამოგდება ბლოკჩეინიდან. ამასთან ბლოკჩეინი გაცილებით საიმედოა, ვიდრე საბუღალტრო წიგნი ან საბანკო რეე-

¹ შემაჯავალ მონაცემთა გარდაქმნა კრიპტოგრაფიულ მონაცემებად რთული მათემატიკური ალგორითმების გამოყენებით.

სტრი, რამდენადაც ბლოკჩეინის ასლები ინახება ერთრანგიანი ქსელის მრავალ კომპიუტერში (სერვერზე) (**Head**) და რომელშიც განთავსებულია სამომსახურეო და სასარგებლო ინფორმაცია (**Payload**), კერძოდ ტრანზაქციის ჩანაწერები. ბლოკის სათაური მოიცავს შემდეგ ინფორმაციას [16]:

- ბლოკის შექმნის დროსა და თარიღს;
- ბლოკის სათაურის ჰეშ-კოდს;
- წინა ბლოკის ჰეშ-კოდს;
- ბლოკში ყველა ტრანზაქციის ჰეშ-კოდს.

ზემოაღნიშნული, სპეციალური პარამეტრებია რომელთა ჩანერა ხდება ბიტკოინის მაინინგის (მოპოვების) დროს. ბლოკჩეინის ჯაჭვში, ბლოკის სათაურის ჰეშ-კოდი აკავშირებს წინა ბლოკს მომდევნოსთან. იგი ინერება როგორც წინმდგომი ბლოკის ჰეშ-კოდი მომდევნო ბლოკის სათაურში. აგრეთვე სათაურში ინახება მიმდინარე ბლოკის ტანზაქციის ჰეშ-კოდი, იგი იანგარიშება რთული მათემატიკური ალგორითმის გამოყენებით და ცნობილია როგორც მერკლის ხე (**Merkle tree**) ან ჰეშების ბინარული ხე [16].

ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის

მნიშვნელობა და გამოყენების არეალი

დღეისთვის ფართოდაა გავრცელებული მონაცემთა განაწილებული ტექნოლოგია (ბლოკჩეინ ტექნოლოგია), რომელსაც გააჩნია მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და ორგანიზაციული უპირატესობა სხვა არსებულ ტექნოლოგიებთან შედარებით.

განაწილებული მონაცემთა ბაზების (ბლოკჩეინის) ტექნოლოგია ქმნის ახალ შესაძლებლობებს და ეფუძნება მონაცემთა საჯარო რეესტრის შექმნის, ყველა განხორციელებული ტრანზაქციების დათვალიერების, მონაცემთა დაცულობის მაღალ დონეს. მოცემული მომენტისთვის ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის ნაკლოვანებაა ის რომ, არ იძლევა ტრანზაქციისას დაშვებული შეცდომების გამოსწორების შესაძლებლობას, ასევე არსებობს ფულის გათეთრების გარკვეული რისკი, რადგან აღ-

ნიშნული ტექნოლოგია არ მოითხოვს ქსელში ტრანზაქციის შესრულებისას გამოყენებული ვალუტის წარმოშობის წყაროს დადასტურებას. ამ საკითხებზე დანვრილებით საუბარი გვექნება ქვემოთ. გამოყენების სფეროების მიხედვით შექმნილია ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის სხვადასხვა ალგორითმი, რომლებიც გამოყენება ვალუტის მოძრაობაში, ხელშეკრულების გაფორმებაში, საავტორო უფლებების აღიარებაში და სხვა [6].

ბლოკჩეინის საკვანძო ცნებაა ტრანზაქცია - ერთადერთი ხერხი რომლითაც ხდება მონაცემთა შეცვლა ბლოკჩეინის ქსელში. ბლოკჩეინის ქსელის კვანძები ქმნიან ტრანზაქციას და ცვლიან განხორციელებულ ტრანზაქციებს ერთმანეთში, იცვლება ბლოკჩეინის მდგომარეობა. ბლოკების ჯაჭვის ასლი ინახება და მუშავდება ერთიმეორისგან დამოუკიდებლად სხვადასხვა კომპიუტერზე. ფაქტობრივად ბლოკჩეინ ტექნოლოგია წარმოადგენს მონაცემების შენახვის ლოგიკას, რომელიც დამოკიდებული არ არის რომელიმე ცენტრალურ სერვერზე ან სერვერთა ჯგუფზე. ბლოკჩეინში შენახული მონაცემების შეცვლა არ ხდება ვინმესადმი ნდობით ან სურვილით. შენახული მონაცემების დაცვა წარმოებს კრიპტოგრაფიული ხერხების გამოყენებით [12].

ბლოკჩეინი საშუალებას იძლევა მოხდეს ტრანზაქციების ავტომატიზაცია მესამე მხარის მონაწილეობის გარეშე. სისტემის მართვა არ ხორციელდება ერთი რომლიმე ცენტრიდან, ანუ იგი წარმოადგენს მართვის დეცენტრალიზებულ სისტემას. ტრანზაქციის დამოწმებას ახდენს ქსელში ჩართული განსაკუთრებული კატეგორიის მომხმარებლები - მაინერები. მაინერები ახდენენ ტრანზაქციის ნამდვილობის დამოწმებას და მათგან აყალიბებენ ბლოკებს, რომლებიც ქმნიან ბლოკჩეინის ჯაჭვს. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ტრანზაქციის დროს შუამავლის გამორიცხვა წარმოადგენს ბლოკჩეინის ძირითად უპირატესობას. დღეის მდგომარეობით ყველა ოპერაცია ფულზე, დოკუმენტებზე და სხვა მონაცემებზე განხორციელებული ოპერაციების დასამოწმებლად საჭიროებს მესამე პირის მონაწილეობას, ბლოკჩეინში კი ოპერაციის ნამდვილობის დამოწმება

ხდება ბლოკჩეინის ქსელის მონაწილეების მიერ [14].

მკვლევარების აზრით ბლოკჩეინ ტექნოლოგიასთან დაკავშირებული გლობალური კაპიტალდაბანდება 2021 წლისთვის მიაღწევს 9.7 მლრდ დოლარს. ბაზრის მოცულობა გამოითვლება პროგნოზირებული მონაცემების საფუძველზე ბლოკჩეინ გადანაცვლებების დანერგვის რაოდენობით ან ამ ტექნოლოგიის საფუძველზე მიწოდებული მომსახურებისა და სერვისების საფუძველზე. ამასთან საშუალო წლიური ზრდა 2022 წლამდე იქნება 79.6%-დან 81.2%-მდე [12].

ეკონომიკაში ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამოყენების მნიშვნელობაზე მიუთითებს საერთაშორისო კომპანიათა ქსელის **Deloitte**-ს მიერ 2019 წლის 27 ივნისს გამოქვეყნებული კვლევის მონაცემები, რომლის თანახმადაც ჩინეთის კომპანიების 73% თვლის, რომ ქვეყნის განვითარების 5 სტრატეგიული მიმართულებიდან ერთ-ერთს ბლოკჩეინი წარმოადგენს. მას შემდეგ რაც ჩინეთის თავმჯდომარემ ბლოკჩეინი გამოაცხადა ტექნოლოგიებში გარღვევად, ჩინეთის მთავრობამ ამ სფეროში 6 მილიარდი დოლარი სახელმწიფო ინვესტიცია ჩადო [5].

გარდა ფულადურთიერთობებში ბლოკჩეინის გამოყენებისა, რომელიც გარკვეული დონით აღიარებულია, იგი წარმატებით გამოიყენება დოკუმენტების შენახვისა და კონტროლის სფეროებში. აქ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რომ არსებობს გარანტია იმისა, რომ დოკუმენტების შეცვლას ან გადანერას ვერაფერს შეძლებს, თუმცა ნებისმიერ მსურველს შეუძლია მიიღოს ინფორმაცია თუ ვინ შეიტანა სისტემაში ეს ჩანაწერი, რასაც უზრუნველყოფს ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამჭვირვალობის მაღალი დონე. ეს ტექნოლოგია მოსახერხებელი და საიმედოა არა მარტო პიროვნების პირადობის დასამოწმებლად, არამედ საკუთრების შესახებ დოკუმენტების დასამოწმებლადაც.

მოცემულ ეტაპზე უკვე არსებობს მსგავსი პროექტების გამოყენების მრავალი მაგალითი. მათ შორის, აშშ-ის ნიუ-იორკის კომპანია **Basno**-ს მიერ შემუშავებული ტექნოლოგია **BlockSign**, რომელიც საერთო შელწევის რეესტრია, სადაც ინახება ელექტრონული ხელმოწერით დადასტურებული დოკუმენტები [12].

საქართველო პირველი ქვეყანაა მსოფლიოში, რომელიც უძრავი ქონების რეგისტრაციისას ბლოკჩეინის ინოვაციურ ტექნოლოგიას იყენებს. საჯარო რეესტრიდან ნებისმიერ უძრავ ქონებაზე ამონაწერის შესახებ ინფორმაცია ბლოკჩეინის სისტემაში ავტომატურად იგზავნება. აღნიშნულმა ხელი შეუწყო ამ სფეროში არსებული პრობლემების მოგვარებას. საჯარო რეესტრის ბლოკჩეინის პროექტი 2017 წლის 20 თებერვლიდან ამოქმედდა და დღეისთვის 2 მილიონზე მეტი ამონაწერის შესახებაა ინფორმაცია განთავსებული ბლოკჩეინში, რომლის საშუალებით სარეგისტრაციო ტრანზაქციები მსოფლიო მასშტაბით ხელმისაწვდომია, არის გამჭვირვალე და დაცული [2].

გარდა ზემოაღნიშნულისა ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამოყენებას სოფლის მეურნეობაში დიდი მომავალი აქვს, კერძოდ შესაძლებელია მისი გამოყენება სოფლის მეურნეობის პროდუქციის ლოჯისტიკის მართვისთვის, როგორც შიდა, ასევე, საერთაშორისო ბაზრებზე, რაც დაეფუძნება ბლოკჩეინის სისტემაში სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე ციფრული სერთიფიკატის განთავსებას, რომელიც შეცვლის ქაღალდის სერთიფიკატს. ციფრული სერთიფიკატის გამოყენება კი დააჩქარებს პროდუქციის მიწოდებას საბოლოო მომხმარებლებსადმი და თავიდან აგვაცილებს პროდუქციის ვარგისიანობაზე ყალბი დოკუმენტების შექმნას.

ბლოკჩეინის რეგისტრაციული ანალიზი და პერსპექტივები

ბლოკჩეინ ტექნოლოგიამ მისი ჩასახვის პერიოდიდან დღემდე განვლო რამდენიმე ეტაპი და საკმაოდ სწრაფად განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები. თითოეულ ახალ თაობაში ავლენს ტრანზაქციის უფრო მაღალ სიჩქარეს და უსაფრთხოების დონეს. გაფართოვდა დანართების გამოყენების არეალი და გასცდა კრიპტოვალუტის საზღვრებს. დღეს, ბლოკჩეინ გადანაცვლებებმა დაამტკიცეს თავისი მაღალეფექტიანობა სხვადასხვა დარგში. სწრაფად გაიზარდა მასზე მოთხოვნა და პოპულარობა.

უნდა აღვნიშნოთ, რომ სატოში ნაკამოტოს მიერ კრიპტოვალუტა - ბიტკოინის შექმნამდე, ჯერ კიდევ 1981 წელს, დევიდ ჩაუმის¹ (**David Chaum**) მიერ შემუშავებული იყო ანონიმური კომუნიკაციის საფუძვლები, 1983 წელს ბრმა ხელმოწერის სქემები, ხოლო 1989 წელს ჩაშვებულ იქნა ელექტრონული (ციფრული) ფულის პირველი ვერსია, რომელიც **DigiCash** პროექტითაა ცნობილი (**Адам Бэк**²) [7], იგი შეიძლება ჩაითვალოს ბიტკოინის წინამორბედად. დევიდ ჩაუმის მიერ შემუშავებული **DigiCash** პროექტი ექსპერიმენტის სტადიაზე გაკოტრდა, ვერ ჰპოვა გავრცელება, ვინაიდან მის მიერ გამოყენებული ცენტრალიზებული ბაზა, ძირეულად განსხვავდებოდა ბლოჩეინ ბიტკოინის დეცენტრალიზებული ბაზისგან, რომელიც აკონტროლებს და შეუძლებელს ხდის ერთიდაიგივე ფულის ერთეული, ჩვენ შემთხვევაში ბიტკოინი ორჯერ და მეტად იქნეს გამოყენებული.

პრქტიკამ აჩვენა, რომ ბიტკოინი ამ ეტაპზე ძირითადად გამოიყენება დაგროვების მიზნით. არ ხდება ფართოდ მისი გამოყენება გადახდებისთვის. ამ ნაკლის გამოსწორების მიზნით დევიდ ჩაუმის ხელმძღვანელობით შეიქმნა კრიპტოვალუტა **Praxis**-ი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ფინანსური ტრანზაქციების ფართოდ და სწრაფად განხორციელება. ამ ფაქტის შესახებ 2019 წლის 20 აგვისტოს თვით დევიდ ჩაუმმა განაცხადა. შემოთავაზებული კრიპტოვალუტა მდგრადი და დაცულია ქვანთური შეტევებისგან. მისი გამოყენებით გამოსწორდება ბლოკჩეინ ბიტკოინის ისეთი პრობლემები, როგორიცაა: მასშტაბურობა, უსაფრთხოება და კონფიდენციალურობა [15].

ბლოკჩეინ 1.0. ახალმა ტექნოლოგიამ საწყისი დაუდო ცენტრალიზებულ საბუღალტრო წიგნს, ერთრანგიანი ქსელების

1 დევიდ ლი ჩაუმი ამერიკელი მეცნიერი კომპიუტერულ მეცნიერებებსა და კრიპტოგრაფიაში. იგი ცნობილია, როგორც პიონერი კრიპტოგრაფიაში და კონფიდენციალურობის შენარჩუნების ტექნოლოგიებში, ფართოდაა აღიარებული, როგორც ციფრული ფულის გამომგონებელი. მას ეკუთვნის პირველი ცნობილი (1982) წინადადება **blockchain**-ის **protocol**-ის შესახებ.

2 **Адам Бэк** ბრიტანელი კრიპტოგრაფი და კრიპტოხაკერი, **Blockstream**-ის გენერალური დირექტორი და **Hashcash** სისტემის ავტორი; ინტერვიუ **Letknow.news**-სთან 2020 წლის 11 თებერვალს.

დახმარებით ფულის გაგზავნასა და მიღებას, სადაც ვალუტის ორმაგი ხარჯვის პრობლემა წყდება ნდობის კვანძების ჩართვით. ბიტკოინის ქსელში გამოიყენება სამუშაოთა დამოწმების **PoW (Proof-of-work)** ალგორითმი, თუმცა დღემდე ძირითად პრობლემას წარმოადგენს მისი მასშტაბურობა.

ბლოკჩეინ 2.0. კრიპტოვალუტა ეთერიუმის გამოშვებამ, რომელიც ბლოკჩეინის მიიჩნევს, სრულიად განკერძოებულ ინოვაციურ ტექნოლოგიად, შექმნა უსაფრთხო სმარტ-კონტაქტების წარმოშობის შესაძლებლობა, რამაც გააფართოვა დეცენტრალიზებული დანართის (**dApp**) გამოყენების არეალი. **Ethereum**-მა გახსნა ბლოკჩეინის ჭეშმარიტი პოტენციალი, რომელიც არ შემოიფარგლება ციფრული ვალუტით. გარდა ამისა **Ethereum**-ის პლატფორმამ შეძლო მიეღწია წამში 15000 ტრანზაქციის სიჩქარეს.

ბლოკჩეინ 3.0. ბლოკჩეინის მესამე თაობა დაგვირგვინდა **Cardano** და **EOS** პლატფორმების წარმოშობით, რომლებშიაც ტრანზაქციების დამუშავების სისწრაფე წამში 3000-ის ტოლია. **Cardano** და **EOS** მუშაობენ კონსენსუსის მექანიზმზე (**DpoS**) ფლობის ნაწილის დელეგირებით, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს დანახარჯებს ელექტროენერგიაზე და ახდენს ბლოკის 0,5 წამში გენერირებას.

ბლოკჩეინ 4.0. მეოთხე თაობის ბლოკჩეინ ტექნოლოგია ეფუძნება **TraceChain**-ის პროტოკოლს. ციფრული აქტივების გაცვლის დეცენტრალიზებული ქსელი და **DpoS**-ის შემუშავების პლატფორმა, მუშაობს რეალური დროის რეჟიმში, აგებულია სიგნალების მარშუტირების ავტომატური თვითსწავლების პროტოკოლზე. სანყისი სიჩქარე შეადგენს 50 000 ტრანზაქციას წამში. ეს სიჩქარე შეიძლება შევადაროთ საგადახდელო სისტემების **Visa** და **MasterCard**-ის ტრანზაქციის სიჩქარეს, რომელიც თანდათანობით იზრდება დიდი გამტარიანობის კვანძების დამატებით.

ბლოკჩეინ 5.0. ბლოკჩეინის ბოლო თაობის შემქმნელად თვლიან **Relictum Pro**-ს, უსასრულოდ მასშტაბირებელ დეცენტრალიზებულ პლატფორმას, რომელიც ეფუძნება **Hypernet**-ს.

ის ტექნოლოგიის ბაზაზე შექმნილი ინტელექტუალური კონტრაქტების გაფართოებულ სისტემას, გააჩნია უნარი ჩამოაყალიბოს ადამიანის ცხოვრების 80%-ზე მეტი ხდომილება, (მოვლენა), დაწყებული ლოჯისტიკით და დამთავრებული ყიდვა-გაყიდვითა და საავტორო უფლებებით.

White paper-ის თანახმად **Relictum Pro**-ში, ბლოკის ზომა 8000-ჯერ ნაკლებია ვიდრე ბლოკჩეინში, ხოლო გამტარიანობა ერთ წამში აღწევს მილიონ ტრანზაქციას. ამ პლატფორმაზე სმარტ-კონტრაქტები შეიძლება ხელმოწერილი იქნეს ათამდე კონტრაგენტის მიერ, რაც წარმოადგენს უნიკალურ თვისებას და რომელიც დღეისთვის არცერთ ბლოკჩეინის ქსელს არ გააჩნია [4].

მნიშვნელოვანია ბლოკჩეინის პროგრესისა და პოტენციალის აღიარება, რომლებსაც შეუძლიათ პრობლემების გადაწყვეტაში რეალური დახმარების გაწევა. მიუხედავად იმისა, რომ დღეს ბლოკჩეინ ტექნოლოგიამ ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა ფინანსების სფეროში, ახლო მომავალში იგი დიდ გავლენას მოახდენს სხვა დარგებზე. რამდენადაც საოპერაციო დანახარჯები ბლოკჩეინში მცირდება, მის საფუძველზე მიღებული და დანერგილი გადაწყვეტილებების მასშტაბები ფართოვდება.

დღეისთვის ბლოკჩეინი გამოიყენება სხვადასხვა დარგში: საბანკო საქმე, დაზღვევა, ჯანდაცვა, ლოჯისტიკა და მართვა. მენეჯერები, მენარმეები და საერთაშორისო კომპანიები სერიოზულად უნდა მიუდგნენ ამ საქმეს და უნდა მოემზადონ ბლოკჩეინ ტექნოლოგიების ტესტირებისთვის, დანერგვისა და გამოყენებისთვის.

აღნიშნული განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, თუ ბიზნესი დაკავშირებულია ისეთ მომსახურებებთან, როგორიცაა გადახდები და ფულადი გზავნილები, ონლაინ კონტრაქტები, განაწილებული ღრუბლოვანი საცავები და ციფრული იდენტიფიკაცია.

საერთაშორისო კორპორაცია **De Beers**-ი ბლოკჩეინ პლატფორმის დახმარებით აკონტროლებს ბუნებრივი ალმასის მოპოვებას, დამუშავებას და საბოლოო მომხმარებლისთვის მი-

წოდებას. კონსალტინგური კომპანია **Accenture** დაზღვევის დარგს სთავაზობს გადანყვეტილებებს. **Medicalchain**-ის დეცენტრალიზებული ქსელი უზრუნველყოფს პაციენტების სამედიცინო მონაცემების საიმედო, სწრაფ და გამჭვირვალე გაცვლას. ბლოკჩეინის დანერგვის მიზანშეწონილობის შესახებ სწორი გადანყვეტილების მისაღებად, პირველ რიგში, საჭიროა გავარკვიოთ დაეხმარება თუ არა ეს ტექნოლოგია ბიზნეს-მონაცემების შეგროვებაში, დამუშავების ეფექტიანობის ამაღლებაში და შეამცირებს თუ არა დანახარჯებს. ასევე, უზრუნველყოფს თუ არა სწრაფ და უსაფრთხო უპირატესობების მიღწევას კონკურენტებთან მიმართებაში [4].

საწარმოებმა ბლოკჩეინის დასაწერგად შეიძლება შექმნან ბლოკჩეინის საკუთარი კვლევების ჯგუფი ან შემუშავებლების გუნდი ან კიდევ გამოიყენონ ექსპერტების დახმარება. შედარებით მცირე ინვესტიციები ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით საშუალებას მისცემს ბიზნესს მიიღონ რეალური და საკმარისად სწრაფი უკუგება.

ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის უპირატესობები და ნაკლოვანებები

არსებულ ტექნოლოგიებთან შედარებით ბლოკჩეინ ტექნოლოგიას გააჩნია მრავალი უპირატესობა, რომელიც მას მიმზიდველს ხდის ფართო საზოგადოებისთვის სხვადასხვა სფეროში გამოსაყენებლად. იგი იდეალურია ფინანსურ სფეროში გამოსაყენებლად, კონკრეტულად საერთაშორისო გადახდების განსახორციელებლად. საერთაშორისო გადახდების პროცესი მოითხოვს დიდ დროს, საშუალებებს და მონაწილეთა დიდ რაოდენობას. ბლოკჩეინი მნიშვნელოვნად ამცირებს ტრანზაქციის დროს, ხარჯებს და არ საჭიროებს რთულ ინფრასტრუქტურას.

საიდენტიფიკაციო ონფორმაციის მართვისთვის ბლოკჩეინი იძლევა საშუალებას შენახული იქნეს ისეთი ინფორმაცია, როგორიცაა საპასპორტო მონაცემები, მოწმობები დაბადებისა და ქორწინების შესახებ, პირადობის დამადასტურებელი საბუთი,

დიპლომები, სერტიფიკატები, პაროლები და სხვა პერსონალური მონაცემები. ბლოკჩეინი გამოიყენება არჩევნებისას ხმის მიცემისთვის, რაც საშუალებს იძლევა ეს პროცესი წარმართოს გამჭვირვალედ. იგი გამორიცხავს იმ პრობლემებს, რომელიც დაკავშირებულია სხვადასხვა სფეროში მომუშავე პერსონალის საავტორო უფლებების დაცვასთან. ბლოკჩეინის უპირატესობებს წარმოადგენს:

დეცენტრალიზაცია. ბლოკჩეინს არ გააჩნია მართვის ერთიანი ცენტრი. მის მმართველობას უზრუნველყოფს ინტერნეტის ქსელში ჩართული ყველა მონაწილე, მათი ადგილმდებარეობის მიუხედავად. ბლოკჩეინის გატეხვა, თითქმის შეუძლებელია, იგი არ ექვედებარება ცენზურას და არ წარმოებს მისი მართვა რომელიმე კომპანიის ან სახელმწიფოს მიერ.

მონაცემების შენახვა. მონაცემების შენახვა ხდება ბლოკჩეინის ქსელში ჩართული ყველა მონაწილის კომპიუტერში, რაც უზრუნველყოფს მათი შეუცვლელობის გარანტიას. ბლოკჩეინის მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე შეუძლებელია ამ ინფორმაციის შეცვლა, რედაქტირება, ამოღება ქსელიდან. კონსენსუსის ალგორითმის გამოყენება მიუთითებს იმაზე, რომ ბლოკჩეინში მოხვედრილი ყველა ტრანზაქცია დამოწმებულია.

ტრანზაქციის გამჭვირვალობა. ქსელის ყველა მონაწილეს შეუძლია წვდომა ტრანზაქციის ისტორიასთან, ქსელში განხორციელებული პირველი ტრანზაქციის ჩათვლით.

ტრანზაქციის მაღალი სისწრაფე. რამდენადაც ბლოკჩეინის ქსელი არის ერთრანგიანი, ტრანზაქციის განხორციელება ხდება პირდაპირ მომხმარებლებს შორის, შუამავლის გარეშე, მიუხედავად თუ სად იმყოფებიან ისინი. ქსელში მუშაობა მომხმარებელს შეუძლია ყოველდღე 24 საათის განმავლობაში, იგი არ მუშაობს წინასწარი შედგენილი გრაფიკის მიხედვით.

ტრანზაქციის დანახარჯების შემცირება. გამომდინარე იქიდან, რომ ბლოკჩეინი წარმოადგენს ერთრანგიან ქსელს ტრანზაქციის განსახორციელებლად არ არის საჭირო შუამავლის მხრიდან მოსახურების განევა. ბლოკჩეინის ქსელის მომხმარებლები იხდიან საკომისიოს ტრანზაქციის დასამოწმებლად,

რომელიც გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ახდევინებენ ბანკები და ფულის გაგზავნის სხვა ორგანიზაციები.

მიუხედავად ზემოაღნიშნულისა ბლოკჩეინ ტექნოლოგია არ არის დაზღვეული გარკვეული ნაკლოვანებებისგან, რომლებიც ხელს უშლიან ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის პრაქტიკაში ადაპტაციას, მის ფართოდ გავრცელებას.

ბლოკჩეინის ზომა (სიდიდე). ბლოკჩეინ ტექნოლოგია საჭიროებს მძლავრ გამოთვლით სიმძლავრეებს და მოიხმარს დიდი რაოდენობით ელექტრენერგიას. 2018 წლის ივნისის შუა რიცხვებისთვის ბლოკჩეინ ბიტკოინის სიდიდემ შეადგინა 171 გიგაბაიტი. „ლაბორატორია კასპერსკის“ ანტივირუსული ტექნოლოგიების განყოფილების ექსპერტი ალექსი მალანოვი (Алексей Маланов) აღნიშნავს, რომ ბლოკჩეინ ბიტკოინის მოცულობამ ქსელში მიაღწია 100 გბაიტს. რაც გამოწვეულია იმის გამო, რომ ქსელის ყოველი კლიენტი ინახავს ტრანზაქციის ისტორიას. ეს ტოლია ნოუტბუკის დისკის ან თანამედროვე სმარტფონის მეხსიერების მოცულობის. რაც მეტი ტრანზაქცია იქნება განხორციელებული ბიტკოინის ქსელში მით მეტად გაიზრდება შესანახი ინფორმაციის მოცულობა. მასში ჩანერილი ინფორმაცია ინახება სამუდამოდ. ბიტკოინის კონკურენტის, ეთერიუმის ქსელში დაგროვებულმა ინფორმაციის მოცულობამ მიაღწია 200 გბაიტს. აღსანიშნავია ის, რომ ქსელში დასაგროვებელი ინფორმაციის მოცულობა გაცილებით სწრაფად იზრდება ვიდრე მის დასამახსოვრებლად საჭირო დისკების ტევადობაო, აღნიშნავს იგი [10]. ეს ნიშნავს, რომ ქსელში ჩართულ თითოეულ მაინერს უნდა გააჩნდეს საკმარისი მოცულობის მეხსიერების მქონე კომპიუტერი, რათა შესაძლებელი გახდეს ბლოკჩეინ ტრანზაქციების ასლგადაღება, რომელიც თავისმხრივ მოითხოვს დიდ დროს.

კონფიდენციალობა. ბლოკჩეინის ქსელში არ ხდება მომხმარებლის სახელისა და გვარის მითიება, თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ მთელი ქსელი ანონიმურია. ქსელში თითოეულ მომხმარებელს გააჩნია საფულეს მისამართი. ქსელის ყველა მონაწილე ხედავს რა ტრანზაქციები განხორციელდა საფულეზე. საკ-

მარისია მომხმარებელმა თუნდაც ერთხელ თავისი საფულეს მისამართი დაუკავშიროს რომელიმე საიტს ან მომსახურებას, რაც საკმარისია მისი მფლობელის პიროვნების დასადგენად. მაგ., კრიპტობირჟაზე ქსელის ნებისმიერ მონაწილეს შეუძლია გაიგოს რა რაოდენობის კრიპტოვალუტაა ადამიანის ანგარიშზე, რაზე იქნა დახარჯული, ვის გაუგზავნა კრიპტოვალუტა. აღნიშნულმა თეორიულად შეიძლება გამოიწვიოს იმ მომხმარებლის უსაფრთხოების მექარა, რომელსაც დიდი რაოდენობით გააჩნია კრიპტოვალუტა. კიდევ უფრო დიდი საფრთხის წინაშე დგანან კომპანიები, რადგან პოტენციურად შესაძლებელია გამოაშკარავდეს კონფიდენციალური ინფორმაცია კლიენტების, გაყიდვების, კონტრაგენტების და სხვათა შესახებ.

ენერგიის ხარჯვა. ეს ნაკლოვანება პირველ რიგში, დამახასიათებელია ბლოკჩეინის ქსელისთვის, რომელიც მხარს უჭერს PoW კონსენსუსის ალგორითმს. ნიდერლანდელი ეკონომისტ ალექსი დე ვრის მიერ ჩატარებული კვლევის მიხედვით 2018 წლის ბოლოსთვის ბიტკოინის მაინინგისთვის საჭირო იყო მსოფლიო ენერგომომხმარების 0,5%-ი [9]. ყოველდღე ბიტკოინი მოიხმარს იმდენ ელექტროენერგიას, რამდენსაც 520 ათასი კანადელი. 2017 წელს ბიტკოინმა მოიხმარა 1100 მგტ. ან 9636 გვტ საათი [8].

დაუმთავრებელი ტრანზაქციები და მემპულები. კრიპტოვალუტის პოპულარობის ზრდის პარალელურად იზრდება ვალიდურობისთვის საჭირო ტრანზაქციების დამატებითი რაოდენობა. ერთდროულად ვერ ხერხდება ყველა ტრანზაქციის დამონშება, რის გამოც წამოიქმნება ე.წ. მემპულები - ყველა იმ ტრანზაქციების ერთობლიობა, რომლებიც ელოდებიან ქსელში მაინერების დამონშებას. წარმოიქმნება ტრანზაქციების რიგი, ბლოკში დასამუშავებლად. მათი დამონშების თანმიმდევრობა დამოკიდებულია იმ საკომისიო გადასახდელის სიდიდეზე, რომელსაც გამგზავნი აწესებს. რაც დიდია საკომისიო, მით უფრო სწრაფად ჩართავენ მაინერები ჩანაწერს ბლოკში, რაც ინვესტს საკომისიოს ზრდას. ტრანზაქციის დაბალი საკომისიოს გამო, ტრანზაქციებს რიგში დგომა შეიძლება მოუწიოთ რამდენიმე

საათი ან დღე. ეს მნიშვნელოვნად აფერხებს კრიპტოვალუტით სარგებლობას მცირე გზავნილების შემთხვევაში.

ბლოკჩეინის მასშტაბურობის პრობლემა. დღეს, კრიპტოვალუტის ბაზარზე ბლოკჩეინის მასშტაბურობა წარმოადგენს ძირითად განსჯად პრობლემას. პირველ რიგში, ეს ეხება ბიტკოინის ქსელს, სადაც ბლოკის სიდიდე შეზღუდულია და ტოლია 1 მეგაბაიტის. ერთი მხრივ, ბლოკის არსებული სიდიდე ხელს უწყობს ქსელის დაცვას პოტენციური **DDos**-თავდასხმებისგან, მეორეს მხრივ, ბლოკის შეზღუდული სიდიდე ხელს უშლის მთელი ქსელის გამტარიანობის ზრდას, რაც მნიშვნელოვანია პოპულარული კრიპტოვალუტის -ბიტკოინისთვის.

მსოფლიოს მასშტაბით ნაკლებად რეგულირება. თანამედროვე ეტაპზე კრიპტოვალუტის ნაკლად ითვლება მისი კანონმდებლობით რეგულირების არარსებობა მსოფლიოს უმეტეს ქვეყანაში. არ არსებობს სტანდარტი, რაც ადამიანებში იწვევს ამ ტექნოლოგიისადმი გარკვეულ უნდობლობას [18].

გარემოს დაბინძურება. კრიპტოვალუტის მოპოვებისას ადგილი აქვს დიდი რაოდენობით ნახშირორჟანგის გამოყოფას. მაგალითად, ერთი ბიტკოინის მოპოვებისას გარემოში გამოიყოფა 8000-დან 13000-მდე კილოგრამი **CO₂** [3].

ბლოკჩეინ სპეციალისტებზე მოთხოვნის

ზრდა და კადრების დეფიციტი

ვაკანსიების რაოდენობა ბლოკჩეინის სფეროში ყოველწლიურად იზრდება. კომპანიები მზად არიან სპეციალისტებს გადაუხადონ მაღალი ხელფასი. ბლოკჩეინ ტექნოლოგია დიდი ხანია გასცდა კრიპტოვალუტის ჩარჩოებს და აქტიურად გრძელდება მისი ინტეგრაცია სხვა დარგებში. როგორც შედეგი, იზრდება მოთხოვნა ბლოკჩეინის სპეციალისტებზე, კერძოდ განაწილებული მონაცემთა ბაზების სპეციალისტებზე. ბოლო ოთხი წლის განმავლობაში კრიპტოვალუტისა და ბლოკჩეინის სექტორი 1457%-ით გაიზარდა, მოთხოვნა კი 2019 წელს 2018 წელთან შედარებით 26%-ით. დამკირავებლები უპირატესობას ანიჭებენ „მრავალფუნქციურ“ შემმუშავებლებს. ბლოკჩეინ-კომპანიები

ექებენ სპეციალისტებს, რომლებსაც გააჩნიათ ცოდნა კრიპტოგრაფიული ალგორითმების დარგში. თუმცა ამ ტიპის სპეციალისტთა მოძიება გაძნელებულია - განაცხადა პროექტ **Rest**-ის კონსულტანტმა და **PIAAK**-ის თანადამფუძნებელმა ჩაი შეპარდმა [11].

ბლოკჩეინის სფეროში ყველაზე დიდი მოთხოვნაა პროგრამული უზრუნველყოფის შემმუშავებლებზე. სპეციალისტების მთავარი ამოცანაა სმარტ-კონტრაქტების შემმუშავება. შემმუშავებლების საგნობრივი არეს ცვლილება დამოკიდებულია პროექტის მიმართულებაზე. მაგ., ეს შეიძლება იყოს პროგრამები, რომლებიც მხარს დაუჭერენ კრიპტოვალუტის საფუძველზე წარმოებულ გათვლებს, კომპიუტერულ თამაშებს და იმ პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც ამარტივებს მომხმარებელთა ურთიერთობებს ბლოკჩეინთან. დიდი მოთხოვნაა აგრეთვე, პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტორებზე. ისინი დასაქმებული არიან რთული ინფორმაციული ტექნოლოგიების სისტემების შემმუშავებით, რომლებიც საფუძვლად უნდა დაედოს ბიზნესის ამოცანების გადაწყვეტას. სპეციალისტები განსაზღვრავენ, თუ რომელი ტექნოლოგიით უნდა იქნეს აგებული სისტემა, არჩევენ ყველაზე ეფექტიან გადაწყვეტილებებს. მოთხოვნაა ვებ დანართების შემმუშავებელ სპეციალისტებზე. დამკირავებლები აგრეთვე ეძებენ მომხმარებლის ინტერფეისის შემმუშავებლებს. რამდენადაც ბლოკჩეინი გაცდა კრიპტოვალუტის ჩარჩოებს დამკირავებლებს სურთ ინტერფეისი იყოს მომხმარებლისთვის მოხერხებული და მარტივი.

აღნიშნულ სფეროში არსებული კვლევების მიხედვით ბლოკჩეინის სპეციალისტების ხელფასი მერყეობს წელიწადში 17000 დოლარიდან 271000-დოლარამდე. ანაზღაურების სიდიდე დამოკიდებულია მათ მიერ რეალიზებული პროექტების, გადაწყვეტილებების რაოდენობაზე და რეგიონზე. ასეთ სპეციალისტებს ყველაზე მაღალ ანაზღაურებას სთავაზობს აშშ-ები, სადაც საშუალო წლიური ანაზღაურება შეადგენს 105000 დოლარს, ხოლო შეთავაზებული ხელფასის სიდიდე 2-ჯერ აღემატება საშუალო ხელფასს. შედარებით ნაკლებია ევროპაში

ბლოკჩეინის სპეციალისტებისთვის შეთავაზებული ხელფასი, ნელინადმი 70000 დოლარი. ყველაზე დიდი ვაკანსიაა ლონდონში, აშშ-ის ქალაქებში, ნიუ-ორკსა და სან-ფრანცისკოში. მესამე ადგილზეა ინდოეთი სადაც განთავსებულია 257 ვაკანსია [11].

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ:

- საჭიროა გაძლიერდეს და გაფართოვდეს ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის დანერგვა ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში;
- შემუშავდეს ღონისძიებები ბლოკჩეინის ქსელში ტრანზაქციისა და შევსებული შეცდომების გამოსასწორებლად;
- შეიქმნას კრიპტოვალუტის მოპოვების ისეთი ტექნოლოგია, რომელიც შეამცირებს ელექტროენერგიის ხარჯვასა და გარემოს დაბინძურებას;
- ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის დანერგვის არეალის გასაფართოებლად აუცილებელია საკანონმდებლო დონეზე განხორციელდეს კრიპტოვალუტის რეგულირება და სტანდარტიზაცია, როგორც მთლიანად მსოფლიოში, ასევე საქართველოში;
- შემუშავდეს ღონისძიებები ბლოკჩეინის ქსელში დაუმთავრებელი ტრანზაქციებისა და მემპულების რაოდენობების შესამცირებლად;
- მომავლისთვის საჭიროა გაიზარდოს ბლოკჩეინ ტექნოლოგიების სპეციალისტთა მომზადება სხვადასხვა მიმართულებით;
- აუცილებელია სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ლოჯისტიკის მართვის გაუმჯობესების მიზნით ბლოკჩეინის სისტემაში განთავსდეს სოფლის მეურნეობის პროდუქტების შესახებ ციფრული სერტიფიკატები;

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ლაგვილავა ე., კონიაშვილი მ. (2012) ეკონომიკური საინფორმაციო სისტემების ინფორმაციული უზრუნველყოფა. თბილისი, გამომცემლობა „ლოი“.

1. საჯარო რეესტრის ეროვნული სააგენტო <https://napr.gov.ge/p/1856> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
2. სიჭინავა დ., მაღრაძე მ. (2018) ელექტრონულ ფულზე გადასვლის წინამძღვრები და პრობლემები. ჟურნალი გლობალიზაცია და ბიზნესი. #6 გვ.177-183.
3. Блокчейн 5.0: как эволюционировала технология <https://letknow.news/publications/blokcheyn-50-kak-evolyucionirovala-tehnologiya-33003.html> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
4. Блокчейн_(мировой_рынок) (2020) <http://www.tadviser.ru/index.php/Статья>:
5. Блокчейн-технологий в антикоррупции. <https://lap.hse.ru/blockchain/> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
6. Бэк Адам: (2020) Я не помогал создавать биткойн. <https://letknow.news/interview/adam-bek-ya-ne-pomogal-sozdavat-bitkoin-36520.html> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
7. Гуркина А. (2017). Биткойн-майнинг и потребление энергии <https://vc.ru/crypto/30588-bitkoin-mayning-i-potreblenie-energii> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
8. Добыча биткойна «съедает» 0,5% электричества на Земле, выяснили ученые <https://ria.ru/20180516/1520707199.html> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
9. Маланов А. (2017) Шесть мифов о блокчейне и Биткойне, или Почему это не такая уж эффективная технология <https://habr.com/ru/company/kaspersky/blog/336036> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).
10. Пашенко Д. (2019) Почему растет спрос на блокчейн-специалистов <https://letknow.news/publications/pochemu-rastet-spros-na-blokcheyn-specialistov--32914.html> (ბოლო ნახვა 25.03.2020).
11. Пескова О.Ю., Половко И.Ю., Захарченко А.Д. (2019) Применение блокчейн-технологий в системах электронного документооборота: анализ и программная реализация <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-blokcheyn-tehnologiy-v-sistemah-elektronnogo-dokumentooborota-analiz-i-programmna>

ya-realizatsiya (ბოლო ნახვა 25.03.2020).

12. Сергеева Ю. Вся статистика интернета на 2020 год — цифры и тренды в мире и в России <https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/> (ბოლო ნახვა 25.03.2020).

13. Сидоров Д. П. Камаева А. А. (2019) Проблемы внедрения технологии блокчейн. <http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2019/07/sidorov-i-dr..pdf> (ბოლო ნახვა 25.03.2020).

14. Чаум Дэвид представил устойчивую к квантовым вычислениям криптовалюту Praxxis <https://forklog.com/devid-chaum-predstavil-ustojchivuyu-k-kvantovym-vychisleniyam-kriptovalyutu-praxxis/> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).

15. <https://golos.io/ru--blokcheijn/@uanix/bitkoin-za-5-minut-blok> (ბოლო ნახვა 05.04.2020).

16. <https://www.rbc.ru/crypto/news/5a1691c39a79478ac778-e13b> (ნახვა 25.03.2020).

17. Rieth Yulia (2018)Преимущества и недостатки технологии блокчейн. <https://magazine.decenter.org/ru/1-blokchein-i-kriptovalyuty/2-preimushestva-i-nedostatki-tekhnologii-blokchein> (ბოლო ნახვა 25.03. 2020.)

REFERENCES:

1. Lagvilava E., Koniashvili M. (2012) Information Provision of Economical Information Systems. Tbilisi, Publishing House „Loi“ (in Georgian).

1. National Agency of Public Registry. <https://napr.gov.ge/p/1856> (Last visit 05.04.2020)

2. Sichinava D., Maghradze M. (2018). PRECONDITIONS AND PROBLEMS OF TRANSITION TO ELECTRONIC MONEY. Journal Globalization &Business # 6 (in Georgian).

3. Blockchain 5.0: how technology has evolved <https://let-know.news/publications/blokcheyn-50-kak-evolyucionirovala-tehnologiya-33003.html> (Last visit 05.04.2020).

4. Blockchain (world_market) (2020) <http://www.tadviser.ru/>

index.php/Статья: (Last visit 05.04.2020).

5. blockchain technology in anti-corruption. <https://lap.hse.ru/blockchain/> (Last visit 05.04.2020).

6. Back Adam: (2020) I did not help create bitcoin. <https://letknow.news/interview/adam-bek-ya-ne-pomogal-sozdavat-bitkoin-36520.html> (Last visit 05.04.2020)

7. Gurkina A. (2017) Bitcoin mining and energy consumption. <https://vc.ru/crypto/30588-bitkoin-mayning-i-potreblenie-enerгии> (Last visit 05.04.2020).

8. Bitcoin mining “eats” 0.5% of electricity on Earth, scientists found. <https://ria.ru/20180516/1520707199.html> (Last visit 05.04.2020).

9. Malanov A. (2017) Six myths about the blockchain and Bitcoin, or Why it is not such an effective technology. <https://habr.com/ru/company/kaspersky/blog/336036> (Last visit 05.04.2020).

10. Pashchenko D. (2019) Why is the demand for blockchain specialists growing. <https://letknow.news/publications/pochemu-rastet-spros-na-blokcheyn-specialistov--32914.html> (Last visit 25.03.2020.)

11. Peskova O.Yu., Polovko I.Yu., Zakharchenko A.D. (2019) Application of blockchain technologies in electronic document management systems: analysis and software implementation. <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-blokcheyn-tehnologiy-v-sistemah-elektronnogo-dokumentoborota-analiz-i-programmnaya-realizatsiya> (Last visit 25.03.2020).

12. Sergeeva Yu. All Internet statistics for 2020 - figures and trends in the world and in Russia <https://www.web-canape.ru/business/internet-2020-globalnaya-statistika-i-trendy/> (Last visit 25.03.2020).

13. Sidorov D.P. Kamaeva A.A. (2019) Problems of implementing blockchain technology. <http://journal.mrsu.ru/wp-content/uploads/2019/07/sidorov-i-dr..pdf> (Last visit 25.03.2020).

14. Chaum David introduced quantum-robust cryptocurrency Praxxis. <https://forklog.com/devid-chaum-predstavil-ustojchi>

vuyu-k-kvantovym-vychisleniyam-kriptovalyutu-praxis/ (Last visit 05.04.2020).

15. <https://golos.io/ru--blokcheijn/@uanix/bitkoin-za-5-minut-blok> (Last visit 05.04.2020).

16. <https://www.rbc.ru/crypto/news/5a1691c39a79478ac778-e13b> (Last visit 25.03.2020).

17. Rieth Yulia (2018) Rieth Yulia (2018) Advantages and disadvantages of blockchain technology. <https://magazine.decenter.org/ru/1-blokchein-i-kriptovalyuty/2-preimushestva-i-nedostatki-tehnologii-blokchein> (Last visit 25.03. 2020).

BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND KEY ASPECTS OF ITS USE

Enver Lagvilava

Associated Professor

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

RESUME

This article analyzes 5 stages of development of the information revolutions and the results of the qualitative transformation of the society caused by their impact. It is notable that currently the society is on the sixth stage of development of the information revolution. Also the signs of the peculiarities of that stage in the society are also indicated as one of the means of realization of the expert systems of knowledge as the artificial intelligence. It is emphasized that, in parallel with the development of information revolutions, the intervals between those stages are changing and the duration of the period of update of knowledge is rapidly reducing. It is noted that the blockchain technology is a distinctive and promising technology of the sixth information revolution. The technology of the formation of blockchain and its main characteristics are specified, such as: high

level of data protection, impossibility of changing, deleting and falsifying data, decentralisation of administration, and conducting a transaction without the participation of third parties.

The article states that the blockchain technology is one of the strategic directions in the development of the countries. The information is provided on the registration of immovable property with the Public Registry of Georgia using the blockchain technology. The path of development of blockchain technology from its creation up to now is described, and the characteristics and achievements of the implementation of blockchain technology on that path are analysed. The advantages and disadvantages of blockchain technology are discussed in detail. In particular, the features of blockchain are discussed, by which it has gained recognition and popularity in the society, such as: decentralization, safe data storage, transparency of transactions, high speed of conducting transactions, and reduction in the transaction distortion.

It is noted in the paper that certain shortcomings of the blockchain technology hinder its practical adaptation and wide spread in the society, such as: the size (volume) of blockchain is so big that high computing capacities and high electricity consumption are required to store blockchain transactions. Although the names and surnames of users are not specified in the blockchain, there are still certain risks of breach of confidentiality. The researchers think that one of the shortcomings of the blockchain technology is the unfinished transactions and the existence of mempools, as well as the problem of its volume, which is caused by the limitation of the volume of the block in the blockchain network. At present, one of the shortcomings of the blockchain is the absence of legislative regulation of cryptocurrency. The cryptocurrency mining causes environmental pollution due to the emissions of carbon dioxide. This article includes information on the demand for the specialists required for the introduction of blockchain technology.

The results of the research are presented in the article in the form of conclusions: it is necessary to intensify and expand the in-

troducton of blockchain technology in all areas of human activity; the measures should be developed for correcting the errors made in the transactions conducted in the blockchain network; the cryptocurrency mining technology should be created, which will reduce the electricity consumption and the environmental pollution; in order to expand the area of introduction of blockchain technology, it is necessary to regulate and standardize cryptocurrency at the legislative level, both in the world and in Georgia; the measures should be developed to reduce the amount of unfinished transactions and mempools in the blockchain network; in order to improve the administration of the logistics of agricultural products, it is necessary to place in the blockchain system the digital certificates of agricultural products.

Key words: Information revolutions, blockchain, blockchain technology, advantages of blockchain technology, disadvantages of blockchain technology.