

ხელოვნური ინტელექტი ენერგეტიკულ ინდუსტრიაში

ელენე ფანცხავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი,

elenepantskava@mail.ru

რეზიუმე

დღევანდელი მსოფლიო მოიცავს როგორც განვითარებად ტექნოლოგიურ ინოვაციებს, ასევე გარემოსდაცვით პასუხისმგებლობას მრეწველობის მასშტაბით, იზრდება მოწოდება ენერგეტიკულ სისტემებზე, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალურ ენერგიას, მინიმალურ ემისიას და ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას. მდგრადი ენერგეტიკული გადაწყვეტილებების მოთხოვნა არასოდეს ყოფილა ასეთი აქტუალური როგორც დღეს.

ამ მიზნების მისაღწევად, ენერგეტიკის სექტორმა უნდა გაიაროს სწრაფი ტრანსფორმაცია - შეამციროს ემისიები, უზრუნველყოს საიმედო, მასშტაბური ენერგია ეკონომიკური ზრდის მხარდასაჭერად. ამ პოტენციალის განხილვის მთავარი გასაღები ხელოვნური ინტელექტია, რომელიც გვთავაზობს უპრეცედენტო შესაძლებლობებს ენერგიის წარმოების, მართვისა და მოხმარების მიზნით.

ხელოვნური ინტელექტი არის ზოგადი დანიშნულების ტრანსფორმაციული ტექნოლოგია, რომელსაც შეუძლია ღრმად გარდაქმნას გლობალური ეკონომიკა და მსოფლიოს ენერგეტიკული სისტემა. სოციალური-ეკონომიკური გამოწვევების გადასაჭრელად გვთავაზობს ინსტრუმენტებს ენერგეტიკული სისტემის თითოეული რგოლის გასაუმჯობესებლად. ენერგეტიკული გარდამავალი გამოწვევების ფონზე, მას შეუძლია გახდეს უფრო ადაპტირებული და პრაქტიკული გამოწვევების გადაჭრაში. ციფრული ტექნოლოგიების ეს ღირებულება სულ უფრო და უფრო აღიარებულია ენერგეტიკულ საზოგადოებაში, რაც დასტურდება რამდენიმე ძირითადი ინიციატივითა და პოლიტიკით.

შემოთავაზებულ ციფრულ ტექნოლოგიებს შორის, ხელოვნური ინტელექტი მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს ენერგეტიკულ ტრანსფორმაციაში, რადგან მან უკვე აჩვენა შესაბამისი პოტენციალი კვლევისა და გამოყენების სფეროების ფართო სპექტრში.

ნაშრომში წარმოდგენილია სტრატეგიული რეკომენდაციები სამომავლო კვლევების, განვითარებისა და პოლიტიკის შემუშავებისათვის და გვაწვდის ინფორმაციას ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიების ამჟამინდელი მდგომარეობის, შესაძლებლობების და ტენდენციების შესახებ ენერგეტიკის სექტორში.

საკვანძო სიტყვები: ინოვაცია, ხელოვნური ინტელექტი, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, ტრანსფორმაცია, ალგორითმი.

ხელოვნური ინტელექტი (AI) არის ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას აძლევს კომპიუტერებსა და მანქანებს მოახდინოს ადამიანის სწავლების, პრობლემის გადაჭრის, გაგების, გადაწყვეტილების მიღების, კრეატიულობისა სიმულაცია. ხელოვნური ინტელექტის ქვეშ მოიაზრება მანქანათმცოდნეობა, რომელიც გულისხმობს მოდელების შექმნას ალგორითმის მომზადებით, რათა მიიღონ გადაწყვეტილებები მონაცემების საფუძველზე. იგი მოიცავს ტექნიკის ფართო სპექტრს, რომელიც საშუალებას აძლევს კომპიუტერებს ისწავლონ და გამოიტანონ დასკვნები მონაცემების საფუძველზე, კონკრეტული ამოცანებისთვის ცალსახად დაპროგრამების გარეშე.

მანქანათმცოდნეობის ალგორითმის ერთ-ერთ ყველაზე პოპულარულ ტიპს ეწოდება ნერვული ქსელი (ან ხელოვნური ნერვული ქსელი). ნერვული ქსელები მოდელირებულია ადამიანის ტვინის სტრუქტურისა და ფუნქციის მიხედვით. ნერვული ქსელი შედგება კვანძების ურთიერთდაკავშირებული ფენებისგან (ნეირონების ანალოგი), რომლებიც ერთად მუშაობენ რთული მონაცემების დასამუშავებლად და ანალიზზე.

ხელოვნური ინტელექტს შუძლია მოახდინოს რევოლუცია ენერგეტიკულ სექტორში, თუ როგორ ხდება ენერგიის გამომუშავება, განაწილება და მოხმარება. ჭკვიანი ქსელის მენეჯმენტიდან განახლებადი ენერგიის პროგნოზირებამდე და ატომური ელექტროსადგურების უსაფრთხოებამდე კი, ხელოვნური ინტელექტი ძირეულად ცვლის ენერგეტიკული ინდუსტრიის ფუნქციონირებას და მიიყვანს მას უფრო ეფექტური, მდგრადი და უსაფრთხო მომავლისკენ.

2020 წლიდან, ადამიანებმა დაინახეს ხელოვნური ინტელექტის ზუსტი გაგების, ანალიზისა და მსჯელობის შესაძლებლობების ფართო პერსპექტივები. ბევრს სჯერა, რომ ხელოვნური ინტელექტი შესაძლოა შევიდეს ხელოვნური ზოგადი ინტელექტის ახალ ეპოქაში.

მიუხედავად მრავალი სარგებლისა, ხელოვნური ინტელექტი (AI) კვლავ აწყდება მნიშვნელოვან გამოწვევებს ენერგეტიკულ სექტორში. ხელოვნური ინტელექტის სისტემების დაყენება ხშირად საჭიროებს მნიშვნელოვან ინვესტიციებს, რაც შეიძლება იყოს მთავარი დაბრკოლება, განსაკუთრებით ნაკლები რესურსების მქონე მცირე კომპანიებისთვის. კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია მონაცემთა ხელმისაწვდომობა და ხარისხი.

როგორ გამოიყენება AI ენერგეტიკის სექტორში?

ხელოვნური ინტელექტი ამჟამად გამოიყენება განახლებად ენერგიაში და მთლიანად ენერგეტიკულ სექტორში, რაც ხელს უწყობს ეფექტურობის გაზრდას და ხარჯების შემცირებას.

ჭკვიანი ბადეები: ჭკვიანი ქსელის ტექნოლოგიები ხელს უწყობს ასეთი წყაროებიდან ენერგიის კოორდინაციას, შენახვას და განაწილებას სტაბილურ და საიმედო ნაკადში. AI-ს შეუძლია დაეხმაროს ელექტროენერგიის მიწოდების ქსელებს (ჭკვიან ქსელებს) მართვაში, რომლებიც იყენებენ ციფრული საკომუნიკაციო ტექნოლოგიას, რათა აღმოაჩინონ და რეაგირება მოახდინონ ადგილობრივ ცვლილებებზე. ერთის მხრივ, ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებს შეუძლიათ მოხმარების შაბლონების პროგნოზირება რეალურ დროში მონაცემების გამოყენებით, რაც დაეხმარება კომუნალურ კომპანიებს რესურსების უფრო ეფექტურად განაწილებაში. AI-ს შეუძლია გააუმჯობესოს ელექტროენერგიის განაწილება, რაც

უზრუნველყოფს ელექტროენერგიის მიწოდებას იქ, სადაც ის ყველაზე მეტად არის საჭირო და თავიდან აიცილებს გამორთვის რისკებს. ასევე მთ შეუძლიათ აღმოაჩინონ ქსელში არსებული ხარვეზები და შეფერხება, როგორცაა აღჭურვილობის გაუმართაობა ან გათიშვა. ალგორითმების სშუალებით შესაძლებელია. პრობლემის ზუსტი ადგილმდებარეობის იდენტიფიცირება და ელექტრო ენერგიის გადამისამართება , რაც გააუმჯობესებს ქსელის საიმედოობას. AI და ციფრული ტექნოლოგიები საშუალებას აძლევს ქსელის შიგნით არსებულ ყველა მოწყობილობას და აქტივს დაუკავშირდეს უკეთეს კონტროლს და თვითრეგულირებას.

განახლებადი ენერგიის პროგნოზირება: AI გადამწყვეტ როლს თამაშობს განახლებადი ენერგიის წარმოების პროგნოზირებაში, თუ როდის წარმოიქმნება განახლებადი ენერგია საუკეთესოდ ან რამდენია ხელმისაწვდომი ნებისმიერ დროს, რაც თავის მხრივ იძლევა მოთხოვნისა და მიწოდების უფრო ზუსტი დაბალანსების საშუალებას. მას შეუძლია სწრაფად და ზუსტად დაამუშაოს და გააანალიზოს აღჭურვილობისგან შეგროვებული დიდი რაოდენობით მონაცემები და შეუძლია აღმოაჩინოს დახვეწილი შაბლონები, რომლებიც შეიძლება მიუთითებდეს მოსალოდნელ წარუმატებლობაზე. ისეთი წყაროებისთვის, როგორცაა ქარი და მზის, რომლებიც ექვემდებარება ცვალებადობას, ალგორითმები აანალიზებენ ამინდის პროგნოზს და გენერირების მონაცემებს. რაც ენერგეტიკის პროვაიდერებს საშუალებას აძლევს იმუშაონ გამართულად.

მოთხოვნაზე რეაგირების მართვა: მოთხოვნაზე რეაგირების მენეჯმენტი ენერგეტიკის სექტორში არის გადამწყვეტი სტრატეგია ელექტროენერგიის მოხმარების ოპტიმიზაციისა და ელექტრო ქსელის სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად პროვაიდერების სიგნალების საპასუხოდ. ის გულისხმობს მომხმარებელთა, ძირითადად, კომერციული და სამრეწველო სუბიექტების ელექტროენერგიის მოხმარების კორექტირებას, რაც ხელს უწყობს მიწოდებისა და მოთხოვნის დაბალანსებას პიკის პერიოდებში.

პროგნოზირებადი შენარჩუნება: ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით, ენერგეტიკულ კომპანიებს შეუძლიათ იწინასწარმეტყველონ, როდის შეიძლება მათი აღჭურვილობა გაფუჭდეს ან საჭიროებს შენარჩუნებას. მანქანათმცოდნეობას შეუძლია გააანალიზოს დიდი რაოდენობით მონაცემები სხვადასხვა წყაროდან, როგორცაა გამოყენების სტატისტიკა, ამინდის მონაცემები და ისტორიული ტექნიკური ჩანაწერები, რათა წინასწარ განსაზღვროს პოტენციური ავარია მათ წარმოქმნამდე. ეს მიდგომა ამცირებს შეფერხების დროს, ამცირებს სარემონტო ხარჯებს და აუმჯობესებს ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის მთლიან საიმედოობას.

ენერგიის შენახვა: ენერგიის შენახვა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი კრიტიკული ობიექტებისთვის, როგორცაა საავადმყოფოები, მონაცემთა ცენტრები და სასწრაფო დახმარების სერვისები, სადაც სარეზერვო ელექტრომომარაგებაზე წვდომა შეიძლება იყოს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი. AI ოპტიმიზაციას უკეთებს ენერგიის შენახვას და განაწილებას განახლებადი წყაროებიდან სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორცაა მოთხოვნა, მიწოდება, ფასი და ქსელის პირობები. ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმები განსაზღვრავენ ენერგიის შესანახად საუკეთესო დროს, რაც საშუალებას იძლევა ჭარბი ენერგია გამოყენებულ იქნას პიკის დროს.



სურ. N1. ხელოვნური ინტელექტის როლის გააზრება ენერგეტიკის სექტორში;

ნახშირბადის დაჭერა, გამოყენება და შენახვა: AI ზრდის პროცესების ეფექტურობას ატმოსფეროდან ან ემისიის წყაროებიდან ნახშირორჟანგის დაჭერის ოპტიმიზაციის გზით. AI-ზე მომუშავე სისტემებს შეუძლიათ ამოიცნონ დატყვევებული ნახშირბადის გამოყენების ყველაზე შესაფერისი მეთოდები, იქნება ეს სამრეწველო პროცესებისთვის თუ უსაფრთხო გრძელვადიანი შენახვისთვის. ეს ტექნოლოგია მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სათბურის გაზების ემისიების შემცირებასა და კლიმატის ცვლილების შერბილებაში.

ენერგო ვაჭრობა: AI აანალიზებს ბაზრის რთულ დინამიკას ენერგო ვაჭრობაში. ის ამუშავებს რეალურ დროში მონაცემებს ფასების, მოთხოვნისა და მიწოდების ტენდენციების შესახებ, რაც ენერგეტიკულ კომპანიებს საშუალებას აძლევს მიიღონ ინფორმირებული და მომგებიანი სავაჭრო გადაწყვეტილებები. AI ასევე გამოირჩევა რისკის მენეჯმენტში, პროაქტიულად აფასებს ბაზრის ცვალებადობას და გაურკვევლობას. AI-ს მიერ შესრულებული ალგორითმული ვაჭრობა მუშაობს ელვისებური სისწრაფით, ახორციელებს მრავალ გარიგებას მილიწამებში. ის ახდენს ენერგეტიკული პორტფელის ოპტიმიზაციას, ახდენს ბაზრის სცენარების სიმულაციას, აანალიზებს განწყობას, ავტომატიზირებს ამოცანებს და მუდმივად ადაპტირდება ბაზრის ცვალებად პირობებთან. როგორც ასეთი, ხელოვნური ინტელექტის უნარი, დაადგინოს შაბლონები და ტენდენციები მონაცემთა დიდ ნაკრებებში, ფასდაუდებელია დინამიური ენერგიის ბაზარზე ნავიგაციისთვის. შაბლონების ამოცნობის მისი განსაკუთრებული შესაძლებლობები საშუალებას აძლევს მას აღმოაჩინოს ბაზრის შესაძლებლობები და რისკები, რომლებიც შეიძლება გაურბოდეს ადამიანთა მოვაჭრებს.

ჰკვიანი სახლები და შენობები: ხელოვნური ინტელექტის ზემოქმედება სახლებსა და შენობებზე არანაკლები გარდამავალია ენერგოეფექტურობის მისაღწევად, რადგან AI გარდაქმნის მათ ენერგოეფექტურ ეკოსისტემებად. ჰკვიანი მრიცხველები და მოწყობილობები მუშაობენ AI-სთან ჰარმონიაში, რათა შექმნან რეაგირებადი ეკოსისტემები. ეს სისტემები მუდმივად აკონტროლებენ ენერგიის მოხმარებას რეალურ დროში, რაც AI-ს საშუალებას აძლევს მიიღოს მონაცემების საფუძველზე გადაწყვეტილებები, რომლებიც ოპტიმიზაციას უკეთებს ენერგიის გამოყენებას, რაც იწვევს ენერგიის მნიშვნელოვან დაზოგვას და ხარჯების.

ნავთობისა და გაზის მოძიება: AI-ის ტრანსფორმაცია ნავთობისა და გაზის საძიებო სექტორში მნიშვნელოვანია. გეოლოგიური მონაცემების გასაოცარი სიზუსტით გაანალიზებით, AI-ს შეუძლია განსაზღვროს ნავთობისა და გაზის პოტენციური მარაგი, შეაფასოს ამ რეზერვების სიცოცხლისუნარიანობა და უხელმძღვანელოს საძიებო ძალისხმევას ყველაზე პერსპექტიული მიდგომით. ეს არა მხოლოდ ზრდის ეფექტურობას, არამედ მნიშვნელოვნად ზრდის საძიებო საქმიანობის წარმატებულ მაჩვენებელს და ხარჯებს.

ატომური ელექტროსადგურის მონიტორინგი: ბირთვული ენერგია მთელ მსოფლიოში ელექტროენერგიის დაახლოებით 10%-ს უზრუნველყოფს. ატომურ ელექტროსადგურებში ხელოვნური ინტელექტი გადამწყვეტ როლს თამაშობს უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, მისი სისტემები დაკვირვებას ახდენს ქარხნის ფუნქციონირების ყველა ასპექტზე, მუშაობენ 24/7 დაღლილობის გარეშე და განუწყვეტლივ ანალიზებენ სხვადასხვა სენსორებისა და ინსტრუმენტების მონაცემებს.

დღევანდელი ეკონომიკა გაჯერებულია თანამედროვე ტექნოლოგიებით, ხელსაწყოებითა და მანქანებზე მომუშავე აპლიკაციებით, ურთიერთდაკავშირებული ციფრული პლატფორმებიდან რობოტებამდე და ალგორითმებამდე. ენერგეტიკის სექტორი, რომელიც ფუნდამენტურია კაცობრიობისთვის, აქტიურად ეძებს ინოვაციური ტექნოლოგიების პრაქტიკულ გამოყენებას და მუდმივად იკვლევს და აფასებს განვითარებად მიღწევებს. ხელოვნურ ინტელექტს აქვს პოტენციალი, მოახდინოს რევოლუცია ამ სექტორში გლობალურად. ის დიდ დაპირებას იძლევა და გააგრძელებს როლის შესრულებას ენერგიის გამომუშავების, განაწილებისა და მოხმარების ოპტიმიზაციაში.

რეკომენდაციები:

- განახლებადი ენერგიის სისტემების ოპტიმიზაციის გარდა, ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია ენერგეტიკულ სექტორში უნდა ითვალისწინებდეს ძირითად მარეგულირებელ საკითხებს შესაბამისობისა და ეფექტურობის უზრუნველსაყოფად, რომელიც მოითხოვს ძლიერი მეთოდების შემუშავებას. ხელოვნური ინტელექტის სისტემები რეგულარულად უნდა განახლდეს და მორგებული იყოს რეგულაციების ცვლილებებზე, რათა შეინარჩუნონ მათ ეფექტურობა და შესაბამისობა საკანონმდებლო მოთხოვნებთან.
- ძალიან მნიშვნელოვანია ენერგეტიკის სექტორში, ხელოვნური ინტელექტის შედეგად განხორციელებულ ტრანსფორმაციაში პარტნიორობა, რომელიც დაფუძნებული იქნება ინტერდისციპლინური თანამშრომლობისა და ინოვაციების ხელშეწყობის შესაძლებლობაზე. ეს თანამშრომლობა, განსაკუთრებით ენერგო პროვაიდერებსა და AI ტექნოლოგიურ კომპანიებს შორის ხდება, რომელიც საშუალებას აძლევს AI-ზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების ინტეგრირებას ენერგიის მოხმარების ოპტიმიზაციისა და მდგრადობის მცდელობების გასაძლიერებლად.
- ინოვაციებისა და მდგრადობის ეფექტურად დასაბალანსებლად AI-ში აუცილებელია მარეგულირებელი ჩარჩოს შემუშავება, რომელიც არა მხოლოდ ხელს შეუწყობს ტექნოლოგიურ წინსვლას, არამედ ითვალისწინებს ეთიკურ შედეგებს და ამცირებს გარემოზე ზემოქმედებას. მარეგულირებელ ჩარჩოებს შეუძლიათ წაახალისონ

წინდახედული და ადაპტირებადი გადაწყვეტილებები, რომლებიც მხარს უჭერენ როგორც ტექნოლოგიურ პროგრესს, ასევე გლობალურ მდგრადობის მიზნებს.

- ენერგეტიკის სექტორში ხელოვნური ინტელექტის წარმატებული განთავსება მოითხოვს მრავალმხრივ მიდგომას, რომელიც ითვალისწინებს ტექნიკურ და მარეგულირებელ გამოწვევებს. დაინტერესებულმა მხარეებმა უნდა განახორციელონ ინვესტიციები მონაცემთა მყარ ინფრასტრუქტურაში, რათა ხელი შეუწყონ ინტერდისციპლინურ პარტნიორობას და შექმნან წინდახედული მარეგულირებელი ჩარჩო, რომელიც დააბალანსებს ინოვაციას მდგრადობასთან.

დასკვნა:

ხელოვნური ინტელექტის დანერგვა ენერგეტიკულ სექტორში შეუძლებელია გამოწვევების გარეშე. პირველ რიგში, ეს შეეხება წინასწარ ხარჯებს, რომლებიც დაკავშირებულია AI სისტემების დანერგვასთან და მათ არსებულ ინფრასტრუქტურაში ინტეგრირებასთან. ეს ღირებულება შეიძლება იყოს ბარიერი ზოგიერთი ენერგეტიკული კომპანიისთვის, განსაკუთრებით მცირე, შეზღუდული ბიუჯეტის მქონე კომპანიებისთვის. იქედან გამომდინარე, რომ ენერგეტიკის სექტორი მოიცავს სენსიტიურ მონაცემებს, მათ შორის ქსელის ინფორმაციას, მომხმარებლის მონაცემებს და ოპერაციულ დეტალებს, ძალიან მნიშვნელოვანია ამ მონაცემების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. შესაბამისად ხელოვნური ინტელექტის სისტემები დაცული უნდა იყოს კიბერ საფრთხეებისა და დარღვევებისგან. გარდა ამისა, არის გამოცდილი პროფესიონალების დეფიციტი, რომლებსაც ესმით როგორც ენერგეტიკის სექტორი, ასევე AI ტექნოლოგიები. ამ ნაკლებობამ შეიძლება შეანელოს AI გადაწყვეტილებების მიღება და განვითარება ინდუსტრიაში, რაც აუცილებელს გახდის განათლებასა და ტრენინგებში ინვესტირებას ამ ხარვეზის დასაძლევად. AI ტექნოლოგიების წარმატებული ინტეგრაცია კონკურენტუნარიანი იქნება განვითარებადი ლანდშაფტის პირობებში და მას შეუძლია ღრმად გარდაქმნას გლობალური ეკონომიკა და მსოფლიო ენერგეტიკული სისტემა. შესაბამისად ენერგეტიკული უსაფრთხოებისა და ემისიების მიზნების მისაღწევად, უნდა მოხდეს სუფთა ენერგიის ტექნოლოგიების მუდმივი გაუმჯობესება და ახალი ენერგეტიკული ტექნოლოგიების გამოჩენა ბაზარზე. ხელოვნური ინტელექტი გააძლიერებს მეცნიერთა შესაძლებლობებს და კრეატიულობას ახალი იდეების გენერირებასა და ტესტირებაში. პოლიტიკის შემქნელებმა და სამეცნიერო საზოგადოებამ უნდა ჩამოაყალიბონ საერთო გაგება ყველაზე პერსპექტიული აპლიკაციებისა და ძირითადი გამაძლიერებლების შესახებ და გადაჭრან კრიტიკული ხარვეზები, რომელიც დაკავშირებულია AI ენერგიის მოხმარებასთან დაკავშირებით. ენერგეტიკული სისტემის ტრანსფორმაციისთვის ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებისას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე იმის გაანალიზებას, თუ როგორ უნდა შეიქმნას თავად მონაცემთა ცენტრები, რომ იყოს ენერგოეფექტური და რაც შეიძლება კლიმატის მიმართ ნეიტრალური.

ენერგეტიკული სექტორისთვის ხელოვნური ინტელექტის დაპირება სცილდება ციფრული ტრანსფორმაციის ფარგლებს და გვთავაზობს გზას კაცობრიობის უკეთესი მომავლისკენ.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Pantskhava E., Jishkariani M. "Decarbonization and its aspects in the energy sector", Proceedings of III International Scientific and Practical Conference Madrid, Spain 3-5 March 2025. Pp.117-123.
2. ფანცხავა ე., & ჯიშკარიანი მ. (2025). საერთაშორისო ურთიერთობები და ენერგეტიკის მდგრადი განვითარება . ქართველი მეცნიერები, 7(1), 408–416.
<https://doi.org/10.52340/gs.2025.07.01.37>
3. ფანცხავა ე. (2025). ბლოკჩეინის, როგორც განვითარებადი, ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვა მდგრადი ენერგეტიკული სისტემის წინსვლისთვის. ქართველი მეცნიერები, 7(1), 145–152. <https://doi.org/10.52340/gs.2025.07.01.14>
4. ფანცხავა ე., ჯიშკარიანი მ., & ჩოგოვამე ბ. (2024). ბიოსაწვავის წარმოების აქტუალური სტრატეგიები, თერმული გამოყენების მიღწევები და შესაძლებლობები. ქართველი მეცნიერები, 6(3), 27–35. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.03.04>
5. Elene Pantskhava, M.Jishkariani, Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference, Vienna, Austria, 13-15 May 2024. ISBN 978-3-954754-01-4, pp143-150.
6. ფანცხავა ე, ჯიშკარიანი მ, „განახლებადი ენერგიის რესურსები უპირატესობები და სოციალურ-ეკონომიკური სარგებლიანობის ფართო სპექტრი“, მე-3 საერთაშორისო და სამეცნიერო პრაქტიკული კონფერენცია „სამეცნიერო თანამედროვე საზოგადოების მიღწევები“, 2024 წლის 10-12 ოქტომბერი. გამომცემლობა **ლონდონი**, დიდი ბრიტანეთი.გვ.160-166.
7. ფანცხავა ე., & ჯიშკარიანი მ. (2024). მწვანე წყალბადი - მდგრადი ენერგიის მომავლის გასაღები: (სოციალურ-ეკონომიკური სარგებელი). ქართველი მეცნიერები, 6(2), 345–354. <https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.02.36>
8. Pantskhava E, Jishkariani M, „Renewable energies – the guarantor of the Georgian energy system sustainability”, Proceedings ofx international scientific and practical conference, June 13-15, Tokyo, Japan, 2024. pp.161-167.
9. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ., ფანცხავა ე., „მავი ზღვის წყალქვეშა კაბელი - გზა საქართველოს ეკონომიკური გაჯანსაღებისკენ“. მე-7 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „კულტურათაშორისი დიალოგები“, თელავი, საქართველო, 27-29 ოქტომბერი, 2023 წ.
10. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე(2023, 2 – 4 აპრილი), „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე - ენერგეტიკის სექტორი“. საერთაშორისო მულტიდისციპლინარული სამეცნიერო კონფერენცია „თანამედროვე მსოფლიო ახალი გამოწვევების წინაშე“. კვიპროსი(ლარნაკა). 59-66.
11. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. ,, საქართველოს განახლებადი რესურსებით იმპორტჩანაცვლების შესაძლებლობები და ამ მიმართულებით არსებული გამოწვევები”,საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: „გლობალური გამოწვევები და ეკონომიკური განვითარების მოდელების ტრანსფორმაცია» , უაკ(UDC) 338.22+62 ბ-666, N3-4 2023 წელი.

12. ვეზირიშვილი-ნოზაძე ქ, ფანცხავა, ე. „რუსეთ - უკრაინის ომით განპირობებული ახალი გეოპოლიტიკური გარემოებები ევროკავშირისა და საქართველოსთვის“, V საერთაშორისო კონფერენცია „თანამედროვე განვითარების ეკონომიკური სამართლებრივი და სოციალური პრობლემები“, ქუთაისი, EISSN 2346-8203 2022წ.
13. M. Jishkariani, N. Dvalishvili, L. Kurakhchishvili. “Evaluation of Calorific of Municipal Solid Waste (MSW).” In: Ghosh S. (eds) *Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies*. Springer, Singapore. 2020, pp.263-265. doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_23.
14. M. Jishkariani. “Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport.” *Georgian Technical University Proceedings* #3(521). 2021, pp.59-68. doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68.
15. M. Jishkariani, S.K.Ghosh, K. Didbaridze. “Energy and Economic Indicators Influencing Circular Economy in Georgia.” In: Ghosh, S.K., Ghosh, S.K. (eds) *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*. Springer, Singapore. 2021, pp. 331-358. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0913-8_11.
16. M. Jishkariani. “Electricity Tariffs in Georgia.” Warsaw, Poland: *World Science* 9(49), Vol.1. 2019, pp. 20-22. doi:10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697.
17. Z. Hasan, H.R. Mohammad, & M. Jishkariani. “Machine Learning and Data Mining Methods for Cyber Security: A Survey”, *Mesopotamian Journal of CyberSecurity*, vol. 2022, pp. 47–56, Nov. 2022. <https://doi.org/10.58496/MJCS/2022/006>.
18. M.Pitskhelauri, & M. Jishkariani, M. “Energy Management Systems (Enms) Reforms of Georgia.” *Journal of Energy Engineering and Thermodynamics (JEET)* #3(01), 2023, pp. 38–45. doi.org/10.55529/jeet.31.38.45.
19. <https://aibe.uq.edu.au/article/2023/03/economics-of-green-hydrogen-in-australia-part-1>

Artificial Intelligence in the Energy Industry

Elene Pantskhava

Associate Professor, Georgian Technical University, elenepantskava@mail.ru

Summary

Today's world encompasses both emerging technological innovations and environmental responsibility across industries, the demand for energy systems is increasing, which provide maximum energy, minimum emissions and energy security. The demand for sustainable energy solutions has never been as urgent as it is today.

To achieve these goals, the energy sector must undergo a rapid transformation - reducing emissions while providing reliable, scalable energy to support economic growth. The key to unlocking this potential is artificial intelligence, which offers unprecedented opportunities for energy production, management, and consumption.

Artificial intelligence is a general-purpose transformative technology that can profoundly transform the global economy and the world's energy system, and offers tools to improve every link in the energy system to address socio-economic challenges. In the face of energy transition challenges, it can become more adaptive and proactive in addressing challenges. This value of digital technologies is increasingly recognized in the energy community, as evidenced by several key initiatives and policies.

Among the proposed digital technologies, artificial intelligence is expected to play a significant role in the energy transformation, as it has already demonstrated relevant potential in a wide range of research and application areas.

The paper presents strategic recommendations for future research, development, and policy development and provides information on the current state, capabilities, and trends of artificial intelligence technologies in the energy sector.

Keywords: innovation, artificial intelligence, energy security, transformation, algorithm.