

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-1-252-267>**ენერგეტიკა და ხელოვნური ინტელექტი, თანამედროვე გამოწვევები და პერსპექტივები**

მაია ლომსაძე-კუჭავა	ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: lomsadze-kutchavamaia02@gtu.ge
თამარ წერეთელი	ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: t.tsereteli.@gtu.ge
ლალი ხუნწარია	ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: khuntsarialali02@gtu.ge

რეცენზენტები:**გ. ამჟოლაძე**, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: g.amkoladze@gtu.ge

თ. მუსელიანი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: t.museliani@gtu.ge

ანოტაცია. თანამედროვე მსოფლიოში ენერგეტიკის სექტორი მნიშვნელოვანი გამოწვევების წინაშე დგას, რომელიც ინოვაციურ გადაწყვეტას მოითხოვს. ხელოვნური ინტელექტის (AI) ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ უნიკალური შესაძლებლობები შექმნა ენერგეტიკის სექტორის ოპტიმიზაციისა და ეფექტურობის გაზრდისთვის.

კვლევა აანალიზებს ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების ძირითად მიმართულებებს ენერგეტიკის სფეროში: 1) ენერგიის მოხმარების პროგნოზირება – მანქანური სწავლების ალგორითმები საშუა-

ლებას იძლევა მაღალი სიზუსტით მოხდეს ენერგიის მოხმარების პროგნოზირება, რაც ხელს უწყობს ენერგოსისტემის ეფექტურ დაგეგმვას; 2) „სმარტგრიდების“ ოპტიმიზაცია – AI ტექნოლოგიები უზრუნველყოფს ჰკვიანი ენერგოქსელების რეალურ დროში მართვას, რაც დანაკარგებს ამცირებს და სისტემის საიმედოობას ზრდის; 3) პროდუქტიული ტექნიკური მომსახურება – ხელოვნური ინტელექტი საშუალებას იძლევა წინასწარ გამოვლინდეს პოტენციური ტექნიკური პრობლემები, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს აღჭურვილობის მწყობრიდან გამოსვლის რისკებს; 4) განახლებადი ენერგიის ინტეგრაცია – AI ალ-

გორითმები ენერგოსისტემებს ეხმარება უკეთ მოახდინოს მზისა და ქარის ენერგიის ინტეგრაცია, მათი ცვალებადი ბუნების მიუხედავად.

კვლევა ხაზს უსვამს ხელოვნური ინტელექტის გადამწყვეტ როლს ენერგეტიკის სექტორის ტრანსფორმაციაში და აღნიშნავს, რომ AI ტექნოლოგიების სწორი იმპლემენტაცია მდგრადი და ეფექტური ენერგოსისტემის შექმნის საწინდარია.

საკვანძო სიტყვები: განახლებადი ენერგია; ენერგეტიკა; ენერგოეფექტურობა; პრედიქტიული ანალიტიკა; სმარტგრიდი; ხელოვნური ინტელექტი.

შესავალი

ენერგეტიკა და ხელოვნური ინტელექტი სულ უფრო მჭიდროდ უკავშირდება ერთმანეთს თანამედროვე მსოფლიოში. ხელოვნური ინტელექტი გვთავაზობს ინოვაციურ გადაწყვეტილებებს ენერგიის წარმოების, განაწილებისა და მოხმარების ოპტიმიზაციისთვის. კომპანიებს ეხმარება უკეთ მართოს ენერგორესურსები, გააუმჯობესოს ეფექტურობა და შეამციროს გარემოზე ზემოქმედება. მაგალითად, ხელოვნური ინტელექტი გამოიყენება ჰჰვანი ქსელების მართვაში, განახლებადი ენერგიის წყაროების პროგნოზირებასა და ენერგიის მოხმარების ოპტიმიზაციაში. ამავდროულად, ენერგეტიკის სექტორი ხელს უწყობს ხელოვნური ინტელექტის განვითარებას, უზრუნველყოფს რა მას საჭირო გამოთვლითი სიმძლავრეებით. ეს ორმხრივი კავშირი ახალ შესაძლებლობებს ქმნის ინოვაციებისა და მდგრადი განვითარებისთვის.

ძირითადი ნაწილი

ენერგეტიკა და ხელოვნური ინტელექტი (AI) სწრაფად იკვეთება და ინოვაციურ გადაწყვეტილებებს ქმნის გლობალური ენერგეტიკული გამოწვევების დასაძლევად. ეს ორი სფერო ერთმანეთს ავსებს და აძლიერებს, რაც მნიშვნელოვან ცვლილებებს იწვევს ენერგიის წარმოების, განაწილებისა და მოხმარების მეთოდებში.

ხელოვნური ინტელექტი რევოლუციას ახდენს ენერგეტიკის სექტორში რამდენიმე მიმართულებით:

1. ჰჰვანი ქსელები. AI ალგორითმები ოპტიმიზაციას უკეთებს ელექტროენერგიის განაწილებას რეალურ დროში. ანალიზებს მოთხოვნისა და მიწოდების მონაცემებს, ითვალისწინებს ამინდის პროგნოზს და აბალანსებს სხვადასხვა წყაროდან მიღებულ ენერგიას. ეს ქსელის სტაბილურობას ზრდის და ენერგიის დანაკარგებს ამცირებს.

ჰჰვანი ქსელები რევოლუციურ ცვლილებებს იწვევს თანამედროვე ენერგეტიკულ სისტემებში. ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმები საშუალებას იძლევა ელექტროენერგიის განაწილება მოხდეს მაქსიმალურად ეფექტურად, რეალურ დროში. ეს სისტემები მუდმივად აგროვებს და ანალიზებს უზარმაზარი მოცულობის მონაცემებს ენერგიის მოხმარებისა და წარმოების შესახებ.

AI ალგორითმები ითვალისწინებს მრავალ ფაქტორს, მათ შორის ისტორიულ მონაცემებს, მიმდინარე მოხმარების ტენდენციებს და ამინდის პროგნოზებს. ამინდის პროგნოზი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია განახლებადი ენერგიის წყაროების, როგორცაა მზისა და ქარის ენერგია, ოპტიმალური გამოყენებისთვის. სისტემა წინასწარ ემზადება

მოსალოდნელი ცვლილებებისთვის, მაგალითად ღრუბლიანი ამინდის ან ქარიანი დღისთვის.

ჰკვიანი ქსელები ასევე სხვადასხვა წყაროდან მიღებული ენერგიის ბალანსირებას ახდენს. ეს მოიცავს როგორც ტრადიციულ ელექტროსადგურებს, ისე განახლებად წყაროებს და, ადგილობრივ, მცირე მასშტაბის გენერატორებს. AI ალგორითმები ადგენს ოპტიმალურ ბალანს ამ წყაროებს შორის, რაც უზრუნველყოფს სტაბილურ და ეფექტურ ენერგომომარაგებას.

ქსელის სტაბილურობის გაზრდა ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობაა ჰკვიანი ქსელების გამოყენებისას. AI სისტემები სწრაფად რეაგირებს მოულოდნელ ცვლილებებზე, როგორცაა უცარი პიკები მოხმარებაში ან შეფერხებები მიწოდებაში. ავტომატურად არეგულირებს ენერგიის ნაკადებს, რათა თავიდან აიცილოს გადატვირთვა და შესაძლო გათიშვები.

ენერგიის დანაკარგების შემცირება კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი შედეგია. ჰკვიანი ქსელები ოპტიმიზაციას უკეთებს ენერგიის გადაცემის მარშრუტებს, ამცირებს ზედმეტ დატვირთვას ხაზებზე და უზრუნველყოფს ენერგიის უფრო ეფექტურ მიწოდებას საბოლოო მომხმარებელამდე. ეს არა მხოლოდ ამცირებს დანაკარგებს, არამედ ზოგავს რესურსებს და გარემოზე ზემოქმედებას ამცირებს.

გარდა ამისა, ჰკვიანი ქსელები ხელს უწყობს დეცენტრალიზებული ენერგეტიკული სისტემების განვითარებას. მცირე, ადგილობრივ მწარმოებლებს საშუალებას აძლევს ეფექტურად ჩაერთონ ქსელში, რაც ზრდის ენერგეტიკულ მდგრადობას და ახალ ეკონომიკურ შესაძლებლობებს ქმნის.

საბოლოო ჯამში, ჰკვიანი ქსელები და AI ალგორითმები ქმნის უფრო მოქნილ, ეფექტურ და მდგრად

ენერგეტიკულ სისტემას. არა მხოლოდ აუმჯობესებს არსებულ ინფრასტრუქტურას, არამედ საფუძველს ქმნის მომავლის ენერგეტიკული გამოწვევების დასაძლევად, სადაც განახლებადი წყაროები და დეცენტრალიზებული სისტემები სულ უფრო მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.

მაგალითი

წარმოიდგინეთ საშუალო ზომის ქალაქი, რომელსაც აქვს შემდეგი ენერგიის წყაროები: ტრადიციული თბოელექტროსადგური, მზის ელექტროსადგური ქალაქის გარეუბანში და რამდენიმე ქარის ტურბინა ახლომდებარე მთებზე. ქალაქში ასევე არის რამდენიმე საცხოვრებელი კომპლექსი, რომელთა სახურავზე დამონტაჟებულია მზის პანელები.

ჰკვიანი ქსელის AI სისტემა მუდმივად აკვირდება და მართავს ამ რთულ სისტემას. აი, როგორ შეიძლება გამოიყურებოდეს ერთი ჩვეულებრივი დღე:

1. დილის 6 საათი: AI სისტემა ამოწმებს ამინდის პროგნოზს და ხედავს, რომ დღის განმავლობაში მოსალოდნელია მზიანი ამინდი ძლიერი ქარით. სისტემა იწყებს მზადებას მზისა და ქარის ენერგიის მაქსიმალური გამოყენებისთვის;
2. დილის 7–9 საათი: მოსახლეობა იღვიძებს და ენერგიის მოხმარება იზრდება. AI ზრდის თბოელექტროსადგურის სიმძლავრეს, რადგან მზისა და ქარის ენერგია ჯერ არასაკმარისია;
3. დილის 10 საათი: მზე მაღლა ადის და ქარიც ძლიერდება. AI იწყებს თბოელექტროსადგურის სიმძლავრის თანდათანობით შემცირებას და მეტ აქცენტს აკეთებს განახლებად წყაროებზე;
4. შუადღის 12 საათი: მზისა და ქარის ენერგია პიკშია. AI თითქმის მთლიანად გადაერთო განახ-

ლებად წყაროებზე, თბოელექტროსადგური კი მიწისქვეშა რეჟიმში მუშაობს;

5. ნაშუადღევს 3 საათი: უეცრად ღრუბელი ფარავს მზეს და ქარიც წყნარდება. AI სწრაფად რეაგირებს, ზრდის თბოელექტროსადგურის სიმძლავრეს და ენერგიის შენახვის სისტემებს იყენებს სტაბილურობის შესანარჩუნებლად;

6. საღამოს 6 საათი: მოსახლეობა ბრუნდება სახლში და ენერგიის მოხმარება იზრდება. AI აბალანსებს სხვადასხვა წყაროს, რათა დააკმაყოფილოს გაზრდილი მოთხოვნა;

7. ღამის 11 საათი: მოხმარება მცირდება. AI ამცირებს წარმოებას და ენერგიის შენახვის სისტემებს რთავს ჭარბი ენერგიის შესანახად.

მთელი ამ პროცესის განმავლობაში AI სისტემა მუდმივად აოპტიმიზებს ენერგიის ნაკადებს, ამცირებს დანაკარგებს და უზრუნველყოფს სტაბილურ მიწოდებას. ასევე, ყოველდღიური მონაცემებიდან სწავლობს, როგორ გააუმჯობესოს პროგნოზები და გადაწყვეტილებები მომავალში.

ეს მაგალითი აჩვენებს, თუ როგორ შეუძლია ჭკვიან ქსელს ეფექტურად მართოს რთული და დინამიკური ენერგეტიკული სისტემა, მაქსიმალურად გამოიყენოს განახლებადი წყაროები და უზრუნველყოს სტაბილური ენერგომომარაგება.

2. პროგნოზირება და ოპტიმიზაცია. მანქანური სწავლების მოდელები გამოიყენება ენერგიის მოხმარების პროგნოზირებისთვის, კომუნალურ კომპანიებს ეხმარება უკეთ დაგეგმოს ენერგიის წარმოება და გაანაწილოს რესურსები. ასევე, AI ეხმარება განახლებადი ენერგიის წყაროების, როგორცაა მზისა და ქარის ენერგია, უფრო ზუსტ პროგნოზირებას.

ენერგეტიკის სექტორში პროგნოზირება და ოპტიმიზაცია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სფეროა. მანქანური სწავლების მოდელები რევოლუციურ ცვლილებებს იწვევს იმაში, თუ როგორ გეგმავს და მართავს კომპანია ენერგიის წარმოებასა და მოხმარებას.

ენერგიის მოხმარების პროგნოზირება რთული ამოცანაა, მრავალი ფაქტორის გათვალისწინებას მოითხოვს. მანქანური სწავლების ალგორითმები შეისწავლის ისტორიულ მონაცემებს, ითვისებს სეზონურ ცვლილებებს, ეკონომიკურ ტენდენციებს, ამინდის პროგნოზს და სხვა რელევანტურ ინფორმაციას. ეს მოდელები მუდმივად სწავლობს და უმჯობესდება ახალი მონაცემების საფუძველზე, რაც მათ საშუალებას აძლევს გააკეთონ სულ უფრო ზუსტი პროგნოზი.

ზუსტი პროგნოზირება კომუნალურ კომპანიებს საშუალებას აძლევს ოპტიმალურად დაგეგმონ ენერგიის წარმოება. შეძლებენ წინასწარ განსაზღვრონ, რამდენი ენერგია იქნება საჭირო კონკრეტულ დროს, რაც ამცირებს ზედმეტი წარმოების რისკს და, შესაბამისად, რესურსების არარაციონალურ ხარჯვას, ასევე ეხმარება კომპანიას უკეთ მართოს აქტივები, დაგეგმოს ტექნიკური მომსახურება და ინვესტიციები ინფრასტრუქტურაში.

განახლებადი ენერგიის წყაროების, კერძოდ მზისა და ქარის ენერგიის, პროგნოზირება კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი გამოყენებაა AI-ისთვის ენერგეტიკის სექტორში. ეს წყაროები ბუნებით არაპროგნოზირებადია და დამოკიდებულია ამინდის პირობებზე. AI მოდელები აანალიზებს დეტალურ მეტეოროლოგიურ მონაცემებს, სატელიტურ გამოსახულებებს და ადგილობრივი სენსორების მონაცემებს, რათა შეიქმ-

ნას უფრო ზუსტი მოკლევადიანი და გრძელვადიანი პროგნოზები.

მზის ენერგიის შემთხვევაში, AI მოდელები ითვალისწინებს დრუბლიანობას, ატმოსფერულ მტვერს და მზის პანელების ეფექტურობის ცვლილებებს. ქარის ენერგიისთვის ისინი აანალიზებენ ქარის სიჩქარეს, მიმართულებას და ტურბულენტობას სხვადასხვა სიმაღლეზე. ზუსტი პროგნოზი ოპერატორებს საშუალებას აძლევს უკეთ დაგეგმონ და გაანაწილონ ენერგია სხვადასხვა წყაროდან.

ოპტიმიზაცია ასევე მოიცავს ენერგიის შენახვის სისტემების ეფექტურ მართვას. AI ალგორითმები განსაზღვრავს, როდის არის საუკეთესო დრო ენერგიის შესანახად (მაგალითად, როდესაც განახლებადი წყაროები აჭარბებს მოთხოვნას) და როდის უნდა გამოიყენოს შენახული ენერგია (მაგალითად, პიკური მოთხოვნის დროს ან როდესაც განახლებადი წყაროები ხელმისაწვდომი არ არის).

გარდა ამისა, AI-ზე დაფუძნებული პროგნოზირება და ოპტიმიზაცია ელექტროენერგიის ბაზრებს ეხმარება უფრო ეფექტურ ფუნქციონირებაში. ენერგეტიკულ კომპანიებს შეუძლია უკეთ განჭვრიტოს ფასები და მოთხოვნა, მიიღოს უფრო ინფორმირებული გადაწყვეტილებები ვაჭრობისა და ინვესტიციების შესახებ.

საბოლოო ჯამში, პროგნოზირებისა და ოპტიმიზაციისთვის ენერგეტიკის სექტორში AI-ის გამოყენება მნიშვნელოვანია ეფექტურობის, საიმედოობისა და მდგრადობის თვალსაზრისით. ეს ტექნოლოგია არა მხოლოდ აუმჯობესებს არსებულ ოპერაციებს, არამედ ხელს უწყობს უფრო მწვანე და მოქნილი ენერგეტიკული სისტემების განვითარებას, რაც აუცი-

ლებელია კლიმატის ცვლილების გამოწვევების დასაძლევად.

მაგალითი

წარმოიდგინეთ რეგიონული ენერგოკომპანია "ენერგოპროგრესი", რომელიც დაახლოებით 500,000 მომხმარებელს ემსახურება. კომპანიას აქვს რამდენიმე ელექტროსადგური, მათ შორის ჰიდროელექტროსადგური, თბოელექტროსადგური და ქარის ფერმა. რეგიონში არის მზის პანელების მზარდი რაოდენობა კერძო სახლებსა და ბიზნესებზე.

"ენერგოპროგრესმა" გადაწყვიტა AI-ზე დაფუძნებული პროგნოზირებისა და ოპტიმიზაციის სისტემა დანერგოს. აი, როგორ მუშაობს ეს სისტემა:

1. მონაცემთა შეგროვება – სისტემა აგროვებს მონაცემებს მრავალი წყაროდან, მათ შორის:

- ისტორიული მოხმარების მონაცემები;
- ამინდის პროგნოზი რამდენიმე წყაროდან;
- ეკონომიკური ინდიკატორები;
- კალენდარული ინფორმაცია (დღესასწაულები, ღონისძიებები);

• რეალური დროის მონაცემები ჰკვიანი მრიცხველებიდან.

2. მოხმარების პროგნოზირება – AI მოდელი აანალიზებს ამ მონაცემებს და დეტალურ პროგნოზს ქმნის მომდევნო 24 საათის, 7 დღისა და 30 დღის პერიოდისთვის. მაგალითად, სისტემამ შეიძლება იწინასწარმეტყველოს, რომ ხვალ 15:00-დან 18:00 საათამდე მოსალოდნელია მოხმარების 15%-იანი ზრდა, ჩვეულებრივ დღესთან შედარებით, რადგან პროგნოზირდება მაღალი ტემპერატურა და მოსალოდნელია კონდიციონერების გაძლიერებული გამოყენება.

3. განახლებადი წყაროების პროგნოზირება – პარალელურად სისტემა პროგნოზირებს განახლებადი წყაროების მოსალოდნელ გამომუშავებას:

- ქარის ფერმისთვის იყენებს დეტალურ მეტეოროლოგიურ მოდელებს ქარის სიჩქარისა და მართულების პროგნოზისთვის;

- მზის ენერგიისთვის ითვალისწინებს ღრუბლიანობის პროგნოზს და მზის პანელების ეფექტურობის ისტორიულ მონაცემებს;

4. ოპტიმიზაცია – AI ალგორითმი იყენებს ამ პროგნოზებს ენერგიის წარმოების ოპტიმიზაციისთვის:

- განსაზღვრავს, რამდენი ენერგია უნდა გამოიმუშაოს თბოელექტროსადგურმა მომდევნო 24 საათის განმავლობაში;

- გეგმავს ჰიდროელექტროსადგურის ოპტიმალურ მუშაობას, ითვალისწინებს რა წყლის რესურსების მდგომარეობას;

- განსაზღვრავს, როდისაა საუკეთესო დრო ენერგიის შესანახად ან გამოსაყენებლად ბატარეების სისტემიდან.

5. დინამიკური ფასწარმოქმნა: სისტემა ასევე რეკომენდაციებს იძლევა ფასების შესახებ. მაგალითად, თუ პროგნოზირდება ენერგიის ჭარბი წარმოება განახლებადი წყაროებიდან, სისტემა შეიძლება გვთავაზობდეს ფასების დროებით შემცირებას, რათა წახალისოს მოხმარება და ენერგიის დანაკარგები თავიდან აიცილოს.

6. მოქნილი რეაგირება – AI სისტემა მუდმივად აკორექტირებს პროგნოზებს ახალი მონაცემების საფუძველზე. მაგალითად, თუ ამინდის პროგნოზი მოულოდნელად შეიცვლება, სისტემა სწრაფად გადაფასებს სიტუაციას და წარმოების გეგმას შეცვლის.

7. გრძელვადიანი დაგეგმვა – გარდა მოკლევადიანი ოპტიმიზაციისა, AI მოდელი ეხმარება "ენერგოპროგრესს" გრძელვადიან დაგეგმვაში. მაგალითად, შეიძლება აანალიზებდეს, სად არის საჭირო ახალი ინფრასტრუქტურის მშენებლობა ან არსებულის გაუმჯობესება, მზარდი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად.

ამ სისტემის დანერგვის შედეგად, "ენერგოპროგრესმა" შეძლო 10%-ით შეემცირებინა ოპერაციული ხარჯები, 15%-ით გაეზარდა განახლებადი წყაროების წილი ენერგიის მიწოდებაში და 20%-ით შეემცირებინა ქსელში გათიშვების რაოდენობა. ეს მაგალითი აჩვენებს, თუ როგორ შეუძლია AI-ს მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს ენერგეტიკული კომპანიის ეფექტურობა და საიმედოობა პროგნოზირებისა და ოპტიმიზაციის გზით.

3. ენერგოეფექტურობა. AI სისტემები ოპტიმიზაციას უკეთებს ენერგიის მოხმარებას შენობებში, ქარხნებსა და სატრანსპორტო სისტემებში. ანალიზებს მოხმარების ტენდენციებს და ავტომატურად არეგულირებს გათბობას, გაგრილებას და განათებას, ენერგიის დაზოგვის მიზნით.

ენერგოეფექტურობა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გამოწვევაა თანამედროვე მსოფლიოში. ხელოვნური ინტელექტი (AI) გვთავაზობს ინოვაციურ გადაწყვეტილებებს ამ გამოწვევის დასაძლევად, განსაკუთრებით შენობებში, საწარმოო ობიექტებსა და სატრანსპორტო სისტემებში.

AI სისტემები შეიძლება დავახასიათოთ, როგორც "ჰკვიანი მენეჯერები", რომლებიც მუდმივად აკვირდება და აანალიზებს ენერგიის მოხმარებას. აგროვებს მონაცემებს მრავალი წყაროდან, მათ შორის სენსორებიდან, ჰკვიანი მრიცხველებიდან და

სხვა მოწყობილობებიდან. ეს მონაცემები მოიცავს ინფორმაციას ტემპერატურის, განათების დონის, ჰაერის ხარისხის, ადამიანების მოძრაობის და სხვა რელევანტური ფაქტორების შესახებ.

შენობებში AI სისტემები ოპტიმიზაციას უკეთებს გათბობის, ვენტილაციისა და კონდიციონირების (HVAC) სისტემებს; სწავლობს შენობის თერმულ მახასიათებლებს, ითვალისწინებს ამინდის პროგნოზს და ადამიანების ქცევის მოდელს. მაგალითად, სისტემამ შეიძლება შეისწავლოს, რომ ოფისის გარკვეული ნაწილი უფრო სწრაფად თბება დილით მზის სხივებით და, შესაბამისად, დაარეგულიროს გათბობა ან შეიძლება წინასწარ დაიწყოს შენობის გაგრილება ცხელი დღის დადგომამდე, რათა თავიდან აიცილოს კონდიციონერებზე პიკური დატვირთვა.

განათების სისტემები ასევე ხდება უფრო ჭკვიანი AI-ის წყალობით. სისტემები არა მხოლოდ რთავს და თიშავს შუქს ადამიანების ყოფნის მიხედვით, არამედ არეგულირებს განათების ინტენსიურობას ბუნებრივი განათების დონის, დროის და ამოცანის ტიპის მიხედვით. მაგალითად, ოფისში განათება შეიძლება იყოს უფრო ინტენსიური სამუშაო საათებში და უფრო რბილი საღამოს.

საწარმოო ობიექტებში AI სისტემები ახდენს წარმოების პროცესების ოპტიმიზაციას ენერგოეფექტურობის გასაზრდელად; ანალიზებს წარმოების ციკლებს, მოწყობილობების მუშაობას და ენერგიის მოხმარებას, ეფექტურობის გასაზრდელად. მაგალითად, სისტემამ შეიძლება დაგეგმოს ენერგიატევადი ოპერაციები იმ პერიოდებში, როდესაც ელექტროენერგია უფრო იაფია ან ხელმისაწვდომია განახლებადი წყაროებიდან.

სატრანსპორტო სისტემებში AI გამოიყენება მარშრუტების ოპტიმიზაციისთვის, საწვავის მოხმარების შესამცირებლად და ტრანსპორტის ნაკადების უკეთ სამართავად. მაგალითად, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის სისტემებში AI ალგორითმები ანალიზებს მგზავრთა ნაკადებს და არეგულირებს ავტობუსების ან მატარებლების სიხშირეს მოთხოვნის შესაბამისად, რაც ამცირებს ზედმეტ რეისებს და, შესაბამისად, საწვავის ხარჯვას.

AI სისტემების ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობაა მათი უნარი ისწავლოს და ადაპტირდეს დროთა განმავლობაში, მუდმივად აუმჯობესებს ალგორითმებს ახალი მონაცემების საფუძველზე. თუ შენობაში ჩატარდა სარემონტო სამუშაოები, რამაც შეცვალა მისი თერმული მახასიათებლები, AI სისტემა სწრაფად შეამჩნევს ამ ცვლილებას და, შესაბამისად, დაარეგულირებს თავის სტრატეგიას.

გარდა ამისა, AI სისტემები ხშირად ინტეგრირდება მოხმარებლის ინტერფეისებთან, რაც ადამიანებს საშუალებას აძლევს თვალი ადევნონ ენერგიის მოხმარებას და რჩევები მიიღონ ენერგიის დაზოგვის შესახებ, რაც ხელს უწყობს ცნობიერების ამაღლებას და ქცევის ცვლილებას ენერგიის მოხმარების მიმართ.

საბოლოო ჯამში, AI-ის გამოყენება ენერგოეფექტურობისთვის არა მხოლოდ ამცირებს ენერგიის მოხმარებას და ხარჯებს, არამედ ხელს უწყობს გარემოს დაცვას CO₂ ემისიების შემცირებით. ეს ტექნოლოგია მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტია კლიმატის ცვლილების წინააღმდეგ ბრძოლასა და მდგრადი მომავლის შექმნაში.

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი, როგორ შეიძლება ხელოვნურმა ინტელექტმა AI გააუმჯობესოს ენერგოეფექტურობა ოფისის შენობაში.

ენერგოეფექტურობა – AI სისტემა დამონტაჟებულია დიდ საოფისე შენობაში. ის აგროვებს მონაცემებს სენსორებიდან, რომლებიც აფიქსირებს ოთახების ტემპერატურას, ტენიანობას, განათებას და ადამიანების რაოდენობას. სისტემა სწავლობს თანამშრომლების ქცევის მოდელებს და ენერგიის მოხმარების ტენდენციებს. მაგალითად:

1. გათბობა/გაგრილება – AI ავტომატურად არეგულირებს კონდიციონერს იმის მიხედვით, თუ რამდენი ადამიანი ოთახში და რა დროს არის პიკური საათები;

2. განათება – სისტემა რთავს და თიშავს შუქს იმის მიხედვით, არის თუ არა ვინმე ოთახში, ასევე არეგულირებს განათების ინტენსიურობას ბუნებრივი განათების დონის შესაბამისად;

3. მოწყობილობების მართვა – AI ავტომატურად გამორთავს უქმად მდგომ კომპიუტერებს და პრინტერებს არასამუშაო საათებში;

4. პროგნოზირება – სისტემა წინასწარ აანალიზებს ამინდის პროგნოზს და შესაბამისად გეგმავს გათბობა/გაგრილების სისტემის მუშაობას.

ამ ოპტიმიზაციების შედეგად, შენობა ზოგავს დაახლოებით 30% ენერგიას წელიწადში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს როგორც ხარჯებს, ისე გარემოზე ზემოქმედებას.

ეს მაგალითი აჩვენებს, როგორ შეუძლია AI-ს გააუმჯობესოს ენერგოეფექტურობა კონკრეტულ სცენარში.

4. აქტივების მართვა. პროგნოზული ტექნიკური მომსახურების AI ალგორითმები ენერგეტიკულ კომპანიებს ეხმარება წინასწარ გამოავლინოს პოტენციური პრობლემები ტურბინებში, ტრანსფორმატორებსა და სხვა კრიტიკულ აღჭურვილობაში. ეს

ამცირებს მოულოდნელ გათიშვებს და ახანგრძლივებს აღჭურვილობის სასიცოცხლო ციკლს.

AI-ზე დაფუძნებული პროგნოზული ტექნიკური მომსახურების სისტემების გამოყენებით ენერგეტიკულ კომპანიებს შეუძლია:

- შეამციროს მოულოდნელი გათიშვების რისკი, რაც აუმჯობესებს მომსახურების საიმედოობას;
- გაახანგრძლივოს აღჭურვილობის სასიცოცხლო ციკლი, რაც ამცირებს ხარჯებს და ზრდის ინვესტიციების ეფექტურობას;
- ოპტიმიზაცია გაუკეთოს ტექნიკური მომსახურების გრაფიკებს, რაც უზრუნველყოფს რესურსების უფრო ეფექტურ გამოყენებას;
- გააუმჯობესოს უსაფრთხოება პოტენციური საფრთხეების ადრეული გამოვლენით.

ეს მიდგომა არის გადასვლა რეაქტიული მომსახურებიდან პროაქტიულ სტრატეგიაზე, რაც საბოლოო ჯამში ზრდის სისტემის საერთო ეფექტურობასა და საიმედოობას.

აქტივების მართვა: პროგნოზული ტექნიკური მომსახურების AI ალგორითმები ენერგეტიკულ კომპანიებს ეხმარება წინასწარ გამოავლინოს პოტენციური პრობლემები ტურბინებში, ტრანსფორმატორებსა და სხვა კრიტიკულ აღჭურვილობაში. ეს ამცირებს მოულოდნელ გათიშვებს და ახანგრძლივებს აღჭურვილობის სასიცოცხლო ციკლს. AI-ზე დაფუძნებული სისტემები ანალიზებს მონაცემებს სენსორებიდან და ისტორიულ ინფორმაციას, რათა პროგნოზირება გაუკეთოს შესაძლო მტყუნებებს და დაგეგმოს პრევენციული ტექნიკური მომსახურება. ეს მიდგომა ოპტიმიზაციას უკეთებს რესურსების გამოყენებას, ამცირებს ექსპლუატაციის ხარჯებს და ზრდის სისტემის საერთო ეფექტურობას.

AI სისტემები იყენებს რთულ ალგორითმებს, რომლებიც აანალიზებს უზარმაზარი მოცულობის მონაცემებს სხვადასხვა წყაროდან, მათ შორის სენსორებიდან რეალურ დროში მიღებულ ინფორმაციას, ისტორიულ მონაცემებს და ტექნიკური მომსახურების ჩანაწერებს. ეს ანალიზი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს ნიშნულები და ტენდენციები, რომლებიც მოსალოდნელ პრობლემებზე ან მტყუნებებზე მიუთითებს.

ასეთი პროაქტიული მიდგომის გამოყენებით, ენერგეტიკული კომპანია მნიშვნელოვნად ამცირებს მოულოდნელი გათიშვების რისკს. ეს არა მხოლოდ აუმჯობესებს მომსახურების საიმედოობას მომხმარებლებისთვის, არამედ ასევე იცავს კომპანიებს ფინანსური ზარალისა და რეპუტაციის შელახვისგან, რაც ხშირად თან ახლავს გაუთვალისწინებელ შეფერხებებს.

გარდა ამისა, AI-ზე დაფუძნებული პროგნოზული ტექნიკური მომსახურების სისტემები მნიშვნელოვნად ახანგრძლივებს აღჭურვილობის სასიცოცხლო ციკლს. პრობლემების ადრეული გამოვლენისა და დროული ჩარევის გზით კომპანიებს შეუძლია თავიდან აიცილოს მცირე პრობლემების გადაზრდა უფრო სერიოზულ და ძვირად ღირებულ დაზიანებებში. ეს არა მხოლოდ ამცირებს ტექნიკური მომსახურებისა და შეკეთების ხარჯებს, არამედ ზრდის კაპიტალური ინვესტიციების ეფექტურობას, აღჭურვილობის ხანგრძლივი და ოპტიმალური ექსპლუატაციის უზრუნველყოფით.

AI სისტემები ასევე კომპანიებს საშუალებას აძლევს ოპტიმიზაცია გაუკეთოს ტექნიკური მომსახურების გრაფიკებს. ნაცვლად იმისა, რომ დაეყრდნოს ფიქსირებულ გრაფიკებს ან რეაქტიულ მიდგო-

მებს, კომპანიას შეუძლია დაგეგმოს ტექნიკური მომსახურება აღჭურვილობის რეალური მდგომარეობისა და პროგნოზირებული საჭიროების საფუძველზე. ეს უზრუნველყოფს რესურსების უფრო ეფექტურ გამოყენებას, ამცირებს არასაჭირო ტექნიკურ მომსახურებას და ზრდის პერსონალის პროდუქტიულობას.

უსაფრთხოების თვალსაზრისით, AI ალგორითმები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პოტენციური საფრთხეების ადრეულ გამოვლენაში. სისტემას შეუძლია აღმოაჩინოს ანომალიები ან არასტაბილური მდგომარეობები, რომლებმაც შეიძლება გამოიწვიოს უსაფრთხოების პრობლემები და გააფრთხილოს ოპერატორი, სანამ სიტუაცია კრიტიკული გახდება. ეს ხელს უწყობს უსაფრთხო სამუშაო გარემოს შექმნას და ინციდენტების რისკს ამცირებს.

საბოლოო ჯამში, AI-ზე დაფუძნებული აქტივების მართვის სისტემები პარადიგმის ცვლილებას ენერგეტიკულ სექტორში – გადასვლა რეაქტიული მიდგომიდან პროაქტიულ სტრატეგიაზე. ეს ტექნოლოგია არა მხოლოდ აუმჯობესებს ოპერაციულ ეფექტურობას და ხარჯების ოპტიმიზაციას, არამედ ასევე ზრდის სისტემის საერთო საიმედოობას და მდგრადობას. ენერგეტიკულ კომპანიას, რომელიც ნერგავს ამ ტექნოლოგიებს, აქვს მნიშვნელოვანი კონკურენტული უპირატესობა, სწრაფად ცვალებად და მზარდად კომპლექსურ ენერგეტიკულ ბაზარზე.

მაგალითი: ქარის ტურბინების პროგნოზული ტექნიკური მომსახურება. წარმოიდგინეთ დიდი ქარის ელექტროსადგური, რომელიც შედგება 100 ტურბინისგან. თითოეული ტურბინა აღჭურვილია მრავალი სენსორით, რომლებიც მონაცემებს აგროვებს ისეთ პარამეტრებზე, როგორიცაა:

1. ვიზრაცია, 2. ტემპერატურა, 3. ზეთის წნევა, 4. როტორის სიჩქარე, 5. ელექტროენერგიის გამომუშავება.

AI სისტემა მუდმივად აანალიზებს ამ მონაცემებს და ადარებს მათ ისტორიულ ტენდენციებს და იდეალურ საოპერაციო პარამეტრებს. ერთ დღეს სისტემა ამჩნევს, რომ ტურბინა №27-ზე ვიზრაციის დონე მცირედით, მაგრამ სტაბილურად იზრდება ბოლო ორი კვირის განმავლობაში, მიუხედავად იმისა, რომ ის ჯერ კიდევ ნორმალურ დიაპაზონშია.

AI ალგორითმი, რომელიც წარსული მტყუნებების მონაცემებზე სწავლობდა, ასკვნის, რომ ეს ტენდენცია ხშირად უკავშირდება დაზიანებულ საკისარს, რომელიც შეიძლება მთლიანად გაფუჭდეს მომდევნო 3–4 კვირაში.

სისტემა ავტომატურად შეტყობინებას გენერირებს ტექნიკური მომსახურების გუნდისთვის, რეკომენდაციით, შეამოწმონ და შეცვალონ საკისარი მომდევნო დაგეგმილი ტექნიკური მომსახურების დროს, რაც 10 დღეშია გათვალისწინებული.

ამ პროაქტიული ქმედებით:

1. კომპანია თავიდან იცილებს მოულოდნელ გათიშვას, რომელიც შეიძლება გამოეწვია საკისრის სრულ მტყუნებას;

2. ტექნიკური მომსახურება ტარდება დაგეგმილი გაჩერების დროს, რაც მინიმუმამდე ამცირებს გამომუშავების დანაკარგებს;

3. საკისრის შეცვლა ხდება მანამ, სანამ გამოიწვევს სხვა კომპონენტების დაზიანებას, რაც ამცირებს საერთო შეკეთების ხარჯებს;

4. ტურბინის სასიცოცხლო ციკლი გრძელდება ოპტიმალური მუშაობის პირობებში.

ეს მაგალითი აჩვენებს, თუ როგორ შეუძლია AI-ს გააუმჯობესოს ენერგეტიკული აქტივების მართვა, გაზარდოს ეფექტურობა და შეამციროს ხარჯები პრობლემების წინასწარი იდენტიფიცირებითა და გადაჭრით.

5. მომხმარებელთა ჩართულობა. AI-ზე დაფუძნებული ჩეთბოტები და პერსონალიზებული რეკომენდაციები მომხმარებლებს ეხმარება უკეთ გაიგონ და მართონ თავიანთი ენერგიის მოხმარება. ეს ხელს უწყობს ენერგიის დაზოგვას და მომხმარებლების ცნობიერების ამაღლებას.

ინტელექტუალური ჩეთბოტები მომხმარებლებს აწვდის მყის, პერსონალიზებულ ინფორმაციას მათი ენერგიის მოხმარების შესახებ და პასუხობს კითხვებს 24/7 რეჟიმში, შეიძლება მომხმარებლებს დაეხმაროს გაარკვიოს მაღალი გადასახადების მიზეზები, მიიღოს რჩევები ენერგოეფექტურობის გასაუმჯობესებლად ან გაიგოს მეტი მწვანე ენერგიის ვარიანტების შესახებ.

AI ალგორითმები აანალიზებს ინდივიდუალური მომხმარებლების ენერგიის მოხმარების ნიმუშებს და გენერირებს პერსონალიზებულ რეკომენდაციებს. მაგალითად, სისტემამ შეიძლება მომხმარებელს შესთავაზოს გადაიტანოს ენერგიის ინტენსიური საქმიანობა პიკური საათებიდან დაბალი მოთხოვნის პერიოდებში ან მიუთითოს კონკრეტულ მოწყობილობებზე, რომლებიც ენერგიას არაეფექტურად მოიხმარს.

რეგულარული, მარტივად გასაგები ანგარიშები და შეტყობინებები მომხმარებლებს ეხმარება უკეთ გააცნობიერონ თავიანთი ენერგიის მოხმარების ჩვევები. ეს ინფორმაცია, შერწყმული პრაქტიკულ

რჩევებთან, მომხმარებლებს მოტივაციას აძლევს შევჯალონ ქცევა ენერგიის დაზოგვის მიზნით.

AI სისტემებს ასევე შეუძლია გამოავლინოს და წახალისოს ენერგოეფექტური ქცევები გეიმიფიკაციის ელემენტების გამოყენებით, როგორიცაა ჯილდოები ან შეჯიბრებები მეზობლებს შორის ენერგიის დაზოგვაში. ეს ზრდის მომხმარებელთა ჩართულობას და ხელს უწყობს მდგრადი ენერგეტიკული პრაქტიკის დანერგვას.

საბოლოო ჯამში, AI-ს გამოყენება მომხმარებელთა ჩართულობისთვის ორმხრივ სარგებელს ქმნის: მომხმარებელი ამცირებს ენერგიის ხარჯებს და ზრდის თავის წვლილს გარემოს დაცვაში, ხოლო ენერგეტიკული კომპანია აუმჯობესებს მომხმარებელთა კმაყოფილებას, ოპტიმიზაციას უკეთებს ქსელის დატვირთვას და ხელს უწყობს მდგრად ენერგეტიკულ მომავალს.

მაგალითი

ჰკვიანი სახლის ენერგიის მართვის სისტემა: წარმოდგენით ოჯახი, რომელმაც დააინსტალირა AI-ზე დაფუძნებული ჰკვიანი სახლის ენერგიის მართვის სისტემა. ეს სისტემა აერთიანებს ჰკვიან მრიცხველს, თერმოსტატს, განათების კონტროლს და მობილურ აპლიკაციას AI ჩეთბოტით. აი, როგორ მუშაობს ის:

1. მონაცემთა ანალიზი – სისტემა აგროვებს და ანალიზებს ოჯახის ენერგიის მოხმარების მონაცემებს დროთა განმავლობაში;

2. პერსონალიზებული რეკომენდაციები – ერთ დღეს AI ჩეთბოტი აგზავნის შეტყობინებას: "გამარჯობა! შევამჩნიე, რომ თქვენი მაცივარი 20%-ით მეტ ენერგიას მოიხმარს, ვიდრე მსგავსი მოდელები;

დროა შეამოწმოთ მისი იზოლაცია ან განიხილოთ ახალი, ენერგოეფექტური მოდელის შეძენა;

3. რეალური დროის რჩევები – ზაფხულის ცხელ დღეს სისტემა გზავნის შეტყობინებას: „დღეს მოსალოდნელია ელექტროქსელზე პიკური დატვირთვა, 14:00-დან 18:00-მდე. თუ სარეცხ მანქანას გამოიყენებთ 20:00 საათის შემდეგ, დაზოგავთ დაახლოებით 15%, ამ ციკლის ენერგიის ხარჯზე“;

4. ავტომატიზაცია – სისტემა სწავლობს ოჯახის რუტინას და ავტომატურად არეგულირებს თერმოსტატს. მაგალითად, ის ამცირებს გათბობას, როდესაც ყველა სახლიდან გადის და ზრდის ტემპერატურას დაბრუნებამდე ცოტა ხნით ადრე;

5. გეიმიფიკაცია: აპლიკაცია სთავაზობს ოჯახს გამოწვევას – „ამ კვირაში შეამცირეთ თქვენი ენერგიის მოხმარება 10%-ით და მიიღეთ ციფრული ჯილდო! თქვენ უკვე 7%-ით ნაკლები მოიხმარეთ. კიდევ ცოტა დარჩა!“

6. განათლება – ჩეთბოტი რეგულარულად აწვდის საინტერესო ფაქტებს: "იცოდით? თქვენი LED ნათურები ენერგოეფექტურობას 75%-ით ზრდის ძველ ვარვარა ნათურებთან შედარებით!"

7. მარტივი ვიზუალიზაცია – აპლიკაცია აჩვენებს ენერგიის მოხმარების გრაფიკებს, რომლებიც ადვილად გასაგებია. მომხმარებლებს შეუძლიათ დაინახონ თავიანთი პროგრესი დროთა განმავლობაში;

8. ინტერაქტიული დახმარება – ოჯახის წევრებს შეუძლიათ ნებისმიერ დროს დაუსვან კითხვები ჩეთბოტს, მაგალითად: "რატომ არის ჩემი ანგარიში ამ თვეში უფრო მაღალი?" და მიიღონ დეტალური, პერსონალიზებული პასუხები.

ამ სისტემის გამოყენებით, ოჯახმა შემლო თავისი ენერგიის მოხმარების 25%-ით შემცირება

წლის განმავლობაში. ისინი არა მხოლოდ ზოგავენ ფულს, არამედ უფრო მეტად აცნობიერებენ ენერგეტიკულ ჩვევებს და თავს გრძნობენ უფრო ჩართულად გარემოს დაცვის საკითხებში.

6. ახალი ენერგეტიკული ტექნოლოგიები. AI მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ახალი ენერგეტიკული ტექნოლოგიების განვითარებაში. მაგალითად, ის გამოიყენება ბირთვული სინთეზის რეაქტორების დიზაინში, ახალი ბატარეების შემუშავებასა და მზის პანელების ეფექტურობის გაუმჯობესებაში.

ბირთვული სინთეზის რეაქტორების დიზაინში AI ალგორითმები გამოიყენება რთული პლაზმის დინამიკის მოდელირებისა და ოპტიმიზაციისთვის: მკვლევრებს ეხმარება გააუმჯობესონ მაგნიტური შეკავების სისტემები და გაზარდონ რეაქციის სტაბილურობა. AI-ს შეუძლია სწრაფად გაანალიზოს უამრავი პარამეტრის კომბინაცია და შემოგთავაზოს ოპტიმალური კონფიგურაციები, რაც კვლევის პროცესს აჩქარებს.

ბატარეების შემუშავების სფეროში AI მეცნიერებს ეხმარება ახალი მასალებისა და ქიმიური შედგენილობების აღმოჩენაში. მანქანური სწავლების ალგორითმები ანალიზს უკეთებს ათასობით პოტენციურ კომბინაციას, პროგნოზირებს მათ თვისებებს და ავლენს პერსპექტიულ კანდიდატებს შემდგომი კვლევისთვის. ეს მნიშვნელოვნად ამცირებს ექსპერიმენტული სამუშაოს მოცულობას და ინოვაციების პროცესს აჩქარებს.

მზის პანელების ეფექტურობის გაუმჯობესებაში AI რამდენიმე მიმართულებით გამოიყენება. ის მკვლევრებს ეხმარება ოპტიმიზაცია გაუკეთონ ფოტოელემენტების სტრუქტურას მაქსიმალური ენერ-

გიის შთანთქმისთვის. AI ალგორითმები ასევე გამოიყენება მზის პანელების წარმოების პროცესის დახვეწაში, რაც ამცირებს დეფექტებს და ზრდის საერთო ხარისხს. გარდა ამისა, AI სისტემები ოპტიმიზაციას უკეთებს მზის ელექტროსადგურების განლაგებას და ორიენტაციას – მაქსიმალური გამომუშავებისთვის.

ამ სფეროებში AI-ს გამოყენება არა მხოლოდ აჩქარებს ინოვაციების პროცესს, არამედ იძლევა ისეთი გადაწყვეტილებების აღმოჩენის საშუალებას, რომლებიც შეიძლება ადამიანებს გამორჩენოდა. ეს ხელს უწყობს უფრო ეფექტური, იაფი და მდგრადი ენერგეტიკული ტექნოლოგიების განვითარებას, რაც საბოლოო ჯამში მსოფლიოს დაეხმარება გადავიდეს სუფთა ენერგიაზე და შეამციროს კლიმატის ცვლილების გავლენა.

მაგალითი

AI-ს გამოყენება ახალი ტიპის მზის ელემენტის შემუშავებაში: წარმოიდგინეთ მკვლევართა ჯგუფი, რომელიც ახალი თაობის მზის ელემენტების შექმნაზე მუშაობს. მათი მიზანია შეიმუშაონ უფრო ეფექტური და იაფი მზის პანელები. აი, როგორ იყენებენ ისინი AI-ს ამ პროცესში:

1. მასალების შერჩევა – AI ალგორითმი ანალიზს უკეთებს ათასობით სხვადასხვა ნახევარდამტარულ მასალას და მათ კომბინაციას. ის ითვალისწინებს ისეთ ფაქტორებს, როგორიცაა ენერგიის შთანთქმის სპექტრი, ელექტრული თვისებები, სტაბილურობა და წარმოების ხარჯები. სისტემა ავლენს 10 ყველაზე პერსპექტიულ კანდიდატს შემდგომი კვლევისთვის;

2. სტრუქტურის ოპტიმიზაცია – შერჩეული მასალებისთვის AI მოდელი ახდენს მზის ელემენტის

სხვადასხვა სტრუქტურის სიმულაციას. ის ცვლის ფენების სისქეს, შედგენილობის გრადიენტებს და ზედაპირის ტექსტურას მაქსიმალური ეფექტურობის მისაღწევად. სისტემა პოულობს უჩვეულო გეომეტრიულ კონფიგურაციას, რომელიც 2%-ით ზრდის ეფექტურობას, სტანდარტულ დიზაინთან შედარებით;

3. წარმოების პროცესის დახვეწა – AI სისტემა აანალიზებს წარმოების პროცესის მონაცემებს და ავლენს ოპტიმალურ პარამეტრებს ტემპერატურის, წნევისა და დროის თვალსაზრისით, თითოეული ფენის დასაფენად. ეს დეფექტების რაოდენობას 30%-ით ამცირებს და წარმოების გამოსავალს ზრდის;

4. დეგრადაციის პროგნოზირება – AI მოდელი ახდენს მზის ელემენტის დეგრადაციის სიმულაციას სხვადასხვა გარემო პირობებში; პროგნოზირებს, რომ ახალი დიზაინი შეინარჩუნებს საწყისი ეფექტურობის 90%-ზე მეტს 30 წლის განმავლობაში, რაც არსებულ სტანდარტებს აღემატება;

5. ღირებულების ოპტიმიზაცია – AI ალგორითმი აფასებს სხვადასხვა წარმოების მეთოდებსა და მასალების მომწოდებლებს; პოულობს ოპტიმალურ ბალანსს ხარისხსა და ხარჯებს შორის, რაც გუნდს საშუალებას აძლევს 15%-ით შეამციროს საბოლოო პროდუქტის ღირებულება;

6. რეალური მონაცემების ანალიზი – პროტოტიპების ტესტირების შემდეგ AI სისტემა აანალიზებს რეალურ მონაცემებს და მათ თეორიულ პროგნოზებს ადარებს. ის ავლენს მცირე განსხვავებებს და ავტომატურად არეგულირებს მოდელს მომავალში უფრო ზუსტი პროგნოზირებისთვის.

ამ მიდგომის გამოყენებით, კვლევით ჯგუფს შეუძლია შეიმუშაოს ახალი მზის ელემენტი, რომე-

ლიც 25%-ით უფრო ეფექტურია და 15%-ით იაფი, ვიდრე არსებული ტექნოლოგიები. AI-ის დახმარებით, მათ ეს მიღწევა შეძლეს 2-ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე ტრადიციული მეთოდებით, რაც აჩქარებს მზის ენერგიის ტექნოლოგიების განვითარებას და ხელს უწყობს მის უფრო ფართო გავრცელებას.

7. ენერგეტიკული ბაზრები. AI ალგორითმები ოპტიმიზაციას უკეთებს ენერგიის ვაჭრობას, კომპანიას ეხმარება მიიღოს უკეთესი გადაწყვეტილებები ფასწარმოქმნის და რისკების მართვის შესახებ.

სისტემები აანალიზებს უზარმაზარი მოცულობის მონაცემებს, მათ შორის ისტორიულ ფასებს, მოთხოვნა-მიწოდების ტენდენციებს, ამინდის პროგნოზებს და გეოპოლიტიკურ მოვლენებს. AI-ს შეუძლია სწრაფად გამოავლინოს ბაზრის ანომალიები, იწინასწარმეტყველოს ფასების მერყეობა და შემოგვთავაზოს ოპტიმალური სავაჭრო სტრატეგიები. ეს ხელს უწყობს ბაზრის მეტ ეფექტურობას, ამცირებს რისკებს და უზრუნველყოფს უფრო სტაბილურ ენერგომომარაგებას.

მაგალითი

ენერგეტიკული ბაზრები: წარმოდგენით დიდი ენერგეტიკული კომპანია, რომელიც AI სისტემას იყენებს ელექტროენერგიის ბაზარზე ვაჭრობისთვის. AI ალგორითმი აანალიზებს შემდეგ მონაცემებს:

1. ისტორიული ფასები და მოხმარების ტენდენციები;
2. მიმდინარე და პროგნოზირებული ამინდი სხვადასხვა რეგიონში;
3. ელექტროსადგურების მუშაობის სტატუსი და დაგეგმილი ტექნიკური მომსახურება;
4. ეკონომიკური ინდიკატორები და სეზონური ფაქტორები.

სისტემა ამ ინფორმაციას იყენებს, რათა:

1. იწინასწარმეტყველოს მოკლევადიანი და გრძელვადიანი ფასები;

2. გამოავლინოს ოპტიმალური დრო ენერგიის შესყიდვის ან გაყიდვისთვის;

3. შეაფასოს რისკები და შემოგვთავაზოს ჰეჯირების სტრატეგიები.

მაგალითად, AI-მ შეიძლება იწინასწარმეტყველოს, რომ ზაფხულის ცხელ დღეებში მოთხოვნა და ფასები მკვეთრად იზრდება, კონდიციონერების გამოყენების გამო. ამის საფუძველზე, სისტემა კომპანიას ურჩევს წინასწარ შეისყიდოს ენერგია უფრო დაბალ ფასად და შეინახოს მაღალი მოთხოვნის პერიოდისთვის.

ამ მიდგომით, კომპანია აღწევს 15%-ით უკეთეს შედეგებს ბაზარზე, ვიდრე ტრადიციული მეთოდებით, რაც უზრუნველყოფს უფრო სტაბილურ მომარაგებას და ოპტიმალურ ფასებს მომხმარებლებისთვის.

თავის მხრივ, ენერგეტიკის სექტორი ხელს უწყობს AI-ის განვითარებას:

1. გამოთვლითი სიმძლავრე – თანამედროვე AI სისტემები მოითხოვს უზარმაზარ გამოთვლით სიმძლავრეს. ენერგეტიკის სექტორი უზრუნველყოფს საჭირო ინფრასტრუქტურას ამ სიმძლავრეების მისაწოდებლად;

2. მონაცემთა ცენტრები – AI-ის სწავლება და ფუნქციონირება დამოკიდებულია დიდ მონაცემთა ცენტრების არსებობაზე. ენერგეტიკის კომპანიები მუშაობს ამ ცენტრების ენერგოეფექტურობის გაზრდაზე, რაც ხელს უწყობს AI-ის მდგრად განვითარებას;

3. კვლევა და განვითარება – ენერგეტიკული კომპანიები აფინანსებს AI კვლევებს, რაც ხელს უწყობს ტექნოლოგიის წინსვლას.

თუმცა, ამ ინტეგრაციას თან ახლავს გამოწვევებიც. კიბერუსაფრთხოება, მონაცემთა კონფიდენციალურობა და ეთიკური საკითხები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს AI-ის დანერგვაში ენერგეტიკის სექტორში. არსებობს შემფოთება, AI-ის მიერ სამუშაო ადგილების შესაძლო შემცირების შესახებ.

დასკვნა

ენერგეტიკისა და AI-ის ინტეგრაცია მნიშვნელოვანი ნაბიჯია უფრო მდგრადი, ეფექტური და ჰკვიანი ენერგეტიკული სისტემების შექმნისკენ. ეს თანამშრომლობა არა მხოლოდ აუმჯობესებს არსებულ პროცესებს, არამედ ახალ შესაძლებლობებს ქმნის ინოვაციებისა და გლობალური ენერგეტიკული გამოწვევების გადაჭრისთვის.

ლიტერატურა

1. Wang, J., Xu, Y. (2021). Artificial Intelligence in Renewable Energy Systems: Applications, Challenges, and Future Prospects". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 152.
2. Antonopoulos, I., et al. (2020). Artificial intelligence and machine learning in energy systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 130.
3. Mosavi, A., et al. (2019). State of the art of machine learning models in energy systems, a systematic review. *Energies*, 12(7).
4. Makala, B., Bakovic, T. (2020). Artificial Intelligence in the Power Sector. World Bank Group.
5. Shahid, N., et al. (2022). A Decade of Machine Learning Applications in Power Systems: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 10.
6. Liu, Y., et al. (2023). Applications of artificial intelligence in power system analysis: A comprehensive review. *Energy Reports*, 9.
7. Ahmad, T., et al. (2021). Artificial intelligence in sustainable energy industry: Status quo, challenges and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 289.
8. Nti, I. K., et al. (2020). A systematic review of fundamental and technical analysis of stock market predictions. *Artificial Intelligence Review*, 53.
9. Talaat, M., et al. (2020). An effective long short-term memory recurrent neural network for renewable power forecasting. *Measurement*, 159.

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-1-252-267>

Energy and Artificial Intelligence, Modern Challenges and Prospects

Maya Lomsadze-Kuchava	Department of Electric Power and Electromechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: lomsadze-kutchavamaia02@gtu.ge
Tamar Tsereteli	Department of Electric Power and Electromechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: t.tsereteli.@gtu.ge
Lali Khuntsaria	Department of Electric Power and Electromechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str. E-mail: khuntsarialali02@gtu.ge

Reviewers:

G. Amkoladze, Professor, Faculty of Energy and Telecommunication, GTU
E-mail: g.amkoladze@gtu.ge
T. Museliani, Professor, Faculty of Energy and Telecommunication, GTU
E-mail: t.museliani@gtu.ge

Abstract. In the modern world, the energy sector is facing significant challenges that require innovative solutions. The rapid development of artificial intelligence (AI) technologies has created unique opportunities to optimize and increase efficiency in the energy sector.

The study analyzes the main areas of use of artificial intelligence in the field of energy: 1) prediction of energy consumption - machine learning algorithms allow to predict energy consumption with high accuracy, which contributes to efficient planning of the energy system; 2) optimization of "smart grids" - AI technologies provide real-time management and optimization of smart energy grids, which reduces losses and increases system reliability; 3) Productive technical service - artificial intelligence allows to identify potential technical problems in advance, which significantly reduces the risks of equipment failure; 4) Integration of renewable energy - AI algorithms help power systems better integrate solar and wind energy, despite their variable nature.

The study highlights the crucial role of artificial intelligence in the transformation of the energy sector and notes that the correct implementation of AI technologies is a prerequisite for creating a sustainable and efficient energy system.

Keywords: artificial intelligence; energy; smart grid; predictive analytics; renewable energy; energy efficiency.

განხილვის თარიღი 15.10.2024

შემოსვლის თარიღი 22.10.2024

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.03.2025