

**0111 განათლების მეცნიერება EDUCATION SCIENCE****ხელოვნური ინტელექტის სისტემები დაწყებითი კლასების  
მათემატიკის სწავლებაში****ბაკურ ბაკურაძე****აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი****E-mail: bakur.bakuradze@atsu.edu.ge****ირინე გოგიბერიძე****აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი****E-mail: irine.gogiberidze@atsu.edu.ge****თეონა აბრამიშვილი****აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი****E-mail: teona.abramishvili@atsu.edu.ge****პაპუნა ბერძულიშვილი****აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი****E-mail: papuna.berdzulishvili@atsu.edu.ge****რეზიუმე**

დაწყებითი კლასების მათემატიკის სწავლებაში ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების კვლევები ბოლო პერიოდში აქტუალური გახდა მთელ მსოფლიოში. კვლევებით დასტურდება, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება განათლებაში მნიშვნელოვნად ააუმჯობესებს მოსწავლეების აკადემიური მოსწრებას და ამაღლებს სწავლის მოტივაციას. კვლევების მთავარი აქცენტი გადატანილია იმის შემოწმებაზე, თუ რამდენად ეფექტიანია ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სისტემები ტრადიციულ სწავლების მეთოდებთან შედარებით. სტატიაში განხილულია ხელოვნური ინტელექტის სისტემები, რომელთა გამოყენება მიზანშეწონილია დაწყებით კლასებში მათემატიკის სწავლებისას. დადასტურებულია მათი გამოყენების ეფექტიანობა და მითითებულია იმ გამოწვევებზე, რომლებიც შეიძლება წარმოიშვას მათი გამოყენებისას. დასახულია პრობლემის გადაჭრის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** ხელოვნური ინტელექტი, მათემატიკის სწავლება, დაწყებითი კლასები, საძიებო ამოცანა, ინდივიდუალური სწავლება.

**შესავალი**

ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას დაწყებითი კლასების მათემატიკის სწავლებაში აქტიურად იკვლევენ მეცნიერები და პედაგოგები მთელ მსოფლიოში. არაერთი კვლევა აჩვენებს, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება განათლებაში მნიშვნელოვნად ააუმჯობესებს მოსწავლეების აკადემიური მოსწრებას და ამაღლებს მოტივაციას. კვლევების მთავარი აქცენტი არის იმის შემოწმება, თუ რამდენად ეფექტიანია ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სისტემები ტრადიციულ სწავლების მეთოდებთან შედარებით.

ერთ-ერთი ცნობილი მაგალითია ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces) პლატფორმაზე ჩატარებული კვლევა, რომელიც იყენებს ხელოვნური ინტელექტის შეფასებას. კვლევამ აჩვენა, რომ მოსწავლეები, ALEKS სისტემის გამოყენებით, უკეთესად სწავლობენ მათემატიკას, ვიდრე ტრადიციული მეთოდებით.

აშშ-ში ჩატარებულ კვლევაში, მოსწავლეებმა, რომლებიც მუშაობდნენ ALEKS-თან ერთი წლის მანძილზე, მიაღწიეს 20-30%-ით უკეთეს შედეგებს მათემატიკაში, იმ მოსწავლეებთან შედარებით, რომლებიც იყენებდნენ მხოლოდ სახელმძღვანელოებს და საკლასო გაკვეთილებს. პროგრამა ადაპტირებს დავალებებს მოსწავლის ცოდნის დონეზე, რაც ხელს უწყობს მნიშვნელოვანი თემების ათვისებას და უზრუნველყოფს მასალის ღრმა გაგებას. კვლევით დადგინდა, რომ მოსწავლეები, რომლებიც მუშაობდნენ სისტემაში, განიცდიდნენ ნაკლებ სტრესს და აჩვენეს მეტი დამოუკიდებლობა სწავლაში.

**ძირითადი ნაწილი**

ხელოვნური ინტელექტის წარმატებული გამოყენების მაგალითია DreamBox Learning პლატფორმა მათემატიკის შესასწავლად. დაწყებით კლასებში ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ მისი გამოყენებით მოსწავლეები უფრო სწრაფად სწავლობენ მათემატიკის ცნებებს და საგრძობლად მაღალ ქულას იღებენ ტესტებში.

ლოს-ანჯელესის ოლქში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ მოსწავლეების მიერ DreamBox-ს კვირაში მინიმუმ 60 წუთის განმავლობაში გამოყენებით მნიშვნელოვანად გაუმჯობესდა მოსწავლეთა მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის უნარები, განსაკუთრებით არითმეტიკაში და ტექსტური ამოცანების ამოხსნაში.

ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია დაამუშაოს დიდი რაოდენობით მონაცემები მოსწავლეთა აკადემიური მიღწევების შესახებ, განსაზღვროს კანონზომიერებები და გაუწიოს რეკომენდაციები მასწავლებლებს. მაგალითად, ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია აღმოაჩინოს, რომ კონკრეტული მოსწავლე მუდმივად უშვებს ერთი და იგივე სახის შეცდომებს დავალებების შესრულებისას და შესთავაზებს მას დამატებით მასალებს მათ გამოსასწორებლად. ანალიზი ეხმარება მასწავლებლებს, უფრო ზუსტად გაიგონ, თუ სად განიცდიან მოსწავლეები სირთულეებს და დროულად შეცვალონ სასწავლო პროცესი. მაგალითად, პლატფორმები, როგორცაა DreamBox ან Knewton, აგროვებენ მონაცემებს იმის შესახებ, თუ როგორ ხსნიან მოსწავლეები ამოცანებს, რამდენ დროს უთმობენ დავალებებს და რამდენად კარგად ასრულებენ, სთავაზობენ მასწავლებლებს ანგარიშებს კლასისა და თითოეული მოსწავლის პროგრესის შესახებ.

ხელოვნური ინტელექტის მქონე ვირტუალური მასწავლებლები, როგორცაა Socratic ან MATHia ეხმარებიან მოსწავლეებს ნაბიჯ-ნაბიჯ, ახსნა-განმარტებითა და მინიშნებებით. ეს სისტემები აანალიზებენ, სად დაუშვა მოსწავლემ შეცდომა და მიანიშნებს მათ, რაც ხელს უწყობს მასალის უფრო ღრმად გააზრებას. მათემატიკის შესწავლაში ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან ბევრ მოსწავლეს უჭირს აბსტრაქტული ცნებების გაგება. ვირტუალურ დამრიგებლებს შეუძლიათ ახსნან მასალა სხვადასხვა კუთხით, შესთავაზონ პრობლემის გადაჭრის სხვადასხვა მიდგომა, სანამ მოსწავლე არ გაიგებს მის არსს.

MATHia არის Carnegie Learning-ის მიერ შემუშავებული პროგრამა, იყენებს ხელოვნურ ინტელექტს ვირტუალური მათემატიკის მასწავლებლების შესაქმნელად. პროგრამა მორგებულია თითოეულ მოსწავლეზე და იძლევა ნაბიჯ-ნაბიჯ ახსნა-განმარტებებს, რათა მათ უკეთ გაიგონ მასალა.

მასწავლებლებს გაკვეთილის მსვლელობისას უწევთ მრავალი ქმედების შესრულება, როგორცაა მაგალითად, საშინაო დავალების შეფასება და ტესტირება. ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია შეცვალოს მასწავლებელი, რაც მასწავლებლებს საშუალებას აძლევს, ფოკუსირება მოახდინონ სწავლების უფრო რთულ ასპექტებზე. ასეთი წერილობითი სამუშაოს შესამოწმებლად შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს Grammarly ან Turnitin ავტომატური სისტემები. მათ შეუძლიათ, ავტომატურად შეამოწმონ ამოცანების ამონახსნები და გააანალიზონ ამოხსნის პროცესიც კი, განსაზღვრონ, სად დაუშვა მოსწავლემ შეცდომა და რამ გამოიწვია იგი.

დაწყებითი კლასის მოსწავლეებისთვის მათემატიკის სწავლებაში შესაძლებელია DreamBox Learning-ის დახმარებით. DreamBox პლატფორმის გამოყენება, რომელიც ხელოვნურ ინტელექტის გამოყენებით მოსწავლეებს სთავაზობს მათი მომზადების დონეზე მორგებულ დავალებებს და ავტომატურად არეგულირებს სირთულეს მოსწავლის პროგრესის მიხედვით. DreamBox იყენებს ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებს პლატფორმასთან მოსწავლეების ქმედებების უწყვეტად გასაანალიზებლად და ახდენს სწავლის პერსონალიზებას.

ALEKS (შეფასება და სწავლა) მათემატიკის სასწავლო პლატფორმაა, რომელიც იყენებს ხელოვნურ ინტელექტს მოსწავლეების ცოდნის დონის გასაანალიზებლად და პერსონალური სასწავლო გეგმების შესაქმნელად. პლატფორმა რეგულარულად აფასებს ცოდნას და სასწავლო ამოცანების ადაპტირებას ახდენს სასწავლო თემების გაგების გაუმჯობესებასა და ხარვეზების აღმოფხვრაზე მოსწავლის არსებულ ცოდნაში.

Knewton-ის მსგავსი სისტემები აანალიზებენ მოსწავლეების მუშაობას და შეუძლიათ შესთავაზონ პერსონალურად დავალებები იმ თემებზე, რომლებიც იწვევს სირთულეებს. ეს ამცირებს აკადემიურ წარუმატებლობას და ეხმარება მოსწავლეებს, დროულად დაძლიონ ხარვეზები ცოდნაში.

ბევრ მოსწავლეს უჭირს მათემატიკის სწავლის მოტივაციის პოვნა. ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია სასწავლო პროცესი უფრო საინტერესო და მიზნიდველი გახადოს თამაშის ელემენტების, ვირტუალური ასისტენტების და მონაცემთა ვიზუალიზაციის გამოყენებით. დაწყებით კლასებში მეტად მნიშვნელოვანია მოსწავლეებისთვის მათემატიკის სწავლება თამაშების გამოყენებით. ამისათვის ხელოვნური ინტელექტის საკმაოდ ბევრი პლატფორმა არსებობს. მაგალითად, Prodigy Math შეიცავს თამაშის ელემენტებს, ეს პლატფორმა დაწყებითი კლასის მოსწავლეებისთვის მათემატიკის სწავლას სახალისოს ხდის კონკურენციისა და მიღწევების ელემენტების დანერგვით. მოსწავლეებს შეუძლიათ მიიღონ ქულები, განბლოკონ დონეები და მიაღწიონ ახალ მიზნებს, რაც მათ სწავლის გაგრძელების მოტივაციას აძლევს.

ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სისტემები, როგორცაა ALEKS და DreamBox, აანალიზებენ მოსწავლეების ქმედებებს, მათ აკადემიურ მოსწრებას და შეცდომებს ამოცანების ამოხსნაში. ეს მონაცემები გამოიყენება ინდივიდუალური დავალებების შესარჩევად, რომლებიც შეესაბამება მოსწავლის ცოდნის დონეს და საჭიროებებს. ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია მოსწავლეებს მიაწოდოს დამატებითი ახსნა-განმარტებები ან სავარჯიშოები რთულად გასაგებ თემებზე. ეს მიდგომა ამცირებს იმის ალბათობას, რომ მოსწავლეები დაკარგავენ მათემატიკის შესწავლის მოტივაციას ან ჩამორჩებიან პროგრამას.

ხელოვნური ინტელექტი საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს, ისწავლონ საკუთარი ტემპით. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათემატიკისთვის, სადაც ყოველი შემდეგი ნაბიჯი მოითხოვს წინა მასალის თავდაჯერებულ ათვისებას. ხელოვნური ინტელექტის საშუალებით მასწავლებლებს შეუძლიათ ერთდროულად მხარი დაუჭირონ სუსტ მოსწავლეებს, რომლებსაც მეტი დრო სჭირდებათ მასალის დასაუფლებლად, ასევე მათ, ვინც მზად არის უფრო რთული ამოცანებისა და სიღრმისეული შესწავლისთვის.

ხელოვნური ინტელექტი საშუალებას აძლევს მასწავლებლებს და სასწავლო პლატფორმებს, შექმნან მოსწავლეების შესაძლებლობებზე მორგებული დავალებები, რომლებიც დინამიურად იცვლება მოსწავლეთა პროგრესის საფუძველზე, რაც მათემატიკის შესწავლისთვის ძალზედ მნიშვნელოვანია. ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია გაზარდოს დავალების სირთულე, თუ მოსწავლე წარმატებით გაართმევს თავს შეთავაზებულ მაგალითებს, ან პირიქით, შესთავაზოს უფრო მარტივი დავალებები, თუ მოსწავლე სირთულეებს განიცდის. მაგალითად, თუ მოსწავლეს კარგად შეუძლია წილადების შეკრება, სისტემას შეუძლია გადავიდეს უფრო რთულ მოცანებზე, როგორცაა წილადების გამრავლება და გაყოფა. პროგრამები, როგორცაა Carnegie Learning's MATHia, მოსწავლეებს აწვდის ნაბიჯ-ნაბიჯ გადაწყვეტილებებს, რაც მათ საშუალებას აძლევს, იმუშაონ სხვადასხვა დონის სირთულის ამოცანების ამოხსნაში და მხარს უჭერს ამოცანების ამოხსნის პროცესის ყველა ეტაპზე.

ხელოვნური ინტელექტი ათავისუფლებს მასწავლებლებს მრავალი მოსაბეზრებელი დავალების შესრულებისგან, როგორცაა საშინაო დავალების შემოწმება, ტესტები და მოსწავლეთა მუშაობის შეფასება. ეს საშუალებას აძლევს მასწავლებლებს, მეტი დრო დაუთმონ მოსწავლეებთან ინდივიდუალურად მუშაობას და ფოკუსირება მოახდინონ ისეთი კრიტიკული უნარების განვითარებაზე, როგორცაა ანალიზი, კრიტიკული აზროვნება და მასალის ღრმა გაგება. ხელოვნურ ინტელექტზე მომუშავე პლატფორმები ავტომატურად ამოწმებენ ამოცანის ამოხსნას და მყისიერად ეხმარებიან მოსწავლეებს. შედეგად, მოსწავლეები დაუყოვნებლივ ხედავენ თავიანთ შეცდომებს და შეუძლიათ მათი გამოსწორება და მასწავლებლებს არ უწევთ დროის დაკარგვა ყოველი დავალების ხელით შესამოწმებლად.

ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია გააანალიზოს დიდი რაოდენობით მონაცემები მოსწავლეების აკადემიურ მოსწრებაზე და წინასწარ განსაზღვროს, თუ რომელი თემები შეიძლება გაურთულდეს მათ მომავალში. ეს პროგნოზები საშუალებას აძლევს მასწავლებლებს, ჩაერიონ ადრეულ ეტაპზე და უზრუნველყონ დამატებითი მხარდაჭერა, რაც ხელს უწყობს აკადემიური წარუმატებლობის შემცირებას. პლატფორმა Knewton, თვალყურს ადევნებს მოსწავლეების პროგრესს და შეუძლია გააფრთხილოს მასწავლებლები მასალის გაგების პოტენციურ პრობლემებზე. პლატფორმა ეხმარება მასწავლებლებს, შესთავაზოს მორგებული დავალებები საბაზისო ცოდნის გასაძლიერებლად.

განვიხილოთ ხელოვნური ინტელექტის მათემატიკის სწავლებაში გამოყენება, რაც დაგვეხმარება უკეთ გავიგოთ, თუ როგორ შეიძლება ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიების ინტეგრირება სწავლებაში – გავლენა მოახდინოს სასწავლო პროცესზე. ASSISTments პლატფორმა შექმნილია მასწავლებლებისა და მოსწავლეების მხარდასაჭერად. ის ხელოვნური ინტელექტის საშუალებით,

ახდენს შესრულებული დავალებების მონაცემების ანალიზს და მოსწავლეების მომავალი გამოწვევების პროგნოზირებას. პროგრამა არა მხოლოდ შეიმუშავებს ინდივიდუალურ დავალებებს, არამედ მასწავლებლებსაც აწვდის ანგარიშებს თითოეული მოსწავლის პროგრესის შესახებ, რაც შესაძლებელს ხდის, სასწავლო პროცესი დაიგეგმოს უფრო ეფექტურად.

მასაჩუსეტსის ერთ-ერთ კვლევაში, სკოლებმა, რომლებმაც გამოიყენეს ASSISTments, აჩვენეს მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება მათემატიკის შესწავლაში. პროგრამამ გააანალიზა მოსწავლეების შეცდომები და შეთავაზა დამატებითი დავალებები ცოდნის ხარვეზების შესავსებად, რამაც ერთი სასწავლო წლის განმავლობაში წარუმატებელი მოსწავლეების რაოდენობა 25%-ით შეამცირა.

Google-ის Socratic აპლიკაცია იყენებს ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიას, რათა დაეხმაროს მოსწავლეებს მათემატიკური ამოცანების ამოხსნაში. მოსწავლეებს შეუძლიათ გადაიღონ ამოცანის ფოტო და ხელოვნური ინტელექტი უზრუნველყოფს მის ეტაპობრივ ამოხსნას, ახსნის მათემატიკის ძირითად ცნებებს.

დიდი ბრიტანეთის უმაღლეს სკოლაში გამოყენებული Socratic-ის შემთხვევის შესწავლამ აჩვენა, რომ მოსწავლეებმა, რომლებიც მას საშინაო დავალების შესასრულებლად იყენებდნენ, მნიშვნელოვნად გააუმჯობესეს რთული მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის უნარი. მასწავლებლებმა აღნიშნეს, რომ აპლიკაცია ეხმარება მოსწავლეებს, გახდნენ უფრო დამოუკიდებლები, რადგან მათ შეუძლიათ მიიღონ მყისიერი განმარტებები და რეკომენდაციები, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს საშინაო დავალებაზე დახარჯულ დროს [3].

მრავალი დადებითი მაგალითის მიუხედავად, არსებობს ასევე არაერთი კრიტიკული კომენტარი მათემატიკის სწავლებაში ხელოვნური ინტელექტის დანერგვის შესახებ. ზოგიერთი მკვლევარი ვარაუდობს, რომ ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებულ სწავლებაზე სრულმა გადასვლამ შეიძლება გამოიწვიოს მასწავლებლის როლის დაქვეითება, რაც იწვევს შემფოთებას მოსწავლეების სოციალიზაციისა და სასწავლო პროცესთან ემოციური კავშირის შესახებ. კვლევებმა აჩვენა, რომ მოსწავლეები შეიძლება გახდნენ ზედმეტად დამოკიდებული ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტების გამოყენებაზე, რაც გამოიწვევს დამოუკიდებელი აზროვნების და ანალიტიკური უნარების დაქვეითებას. ეს განსაკუთრებით ეხება მათემატიკას, სადაც კრიტიკული აზროვნება და ამოცანების ალგორითმების დახმარების გარეშე ამოხსნის უნარი არის ძირითადი კომპეტენციები.

თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის პლატფორმებზე წვდომის უთანასწორობა აქტუალურ საკითხად რჩება. სოფლის ან საჯარო სკოლებში ასეთი რესურსების ხელმისაწვდომობა შეიძლება შეზღუდული იყოს, რაც ამძაფრებს საგანმანათლებლო უთანასწორობას სხვადასხვა სოციალურ ჯგუფებს შორის. კვლევამ აჩვენა, რომ შეზღუდული დაფინანსების მქონე სკოლები ხშირად ვერ ახერხებენ უახლესი ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიების დანერგვას, რაც მოსწავლეებს ამ ინოვაციებზე წვდომის გარეშე ტოვებს.

კვლევის შედეგები და პრაქტიკული მაგალითები აჩვენებს, რომ ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს მათემატიკის სწავლება, რაც უზრუნველყოფს პერსონალიზებულ და უფრო ეფექტურ სასწავლო პროცესს. მოსწავლეები, რომლებიც იყენებენ ხელოვნური ინტელექტის პლატფორმებს, აჩვენებენ უკეთეს შედეგებს, გაზრდილ მოტივაციას და თავდაჯერებულობას. თუმცა, მაქსიმალური შედეგის მისაღწევად, მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ ტექნოლოგიების ხელმისაწვდომობასთან დაკავშირებული გამოწვევები და ბალანსის შენარჩუნება ტექნოლოგიასა და მასწავლებელთან ცოცხალ ურთიერთობას შორის.

ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება მათემატიკის სწავლებაში ხსნის ახალ პერსპექტივებს სასწავლო პროცესის ხარისხისა და ეფექტურობის გაუმჯობესებისთვის. თუმცა, უპირატესობებთან ერთად ხელოვნურ ინტელექტს აქვს ნაკლოვანებებიც, რაც გასათვალისწინებელია საგანმანათლებლო პრაქტიკაში დანერგვისას.

ხელოვნური ინტელექტი ყოველთვის სწორად ვერ აფასებს არასტანდარტულ ან რთულ სიტუაციებს, რომლებიც საჭიროებენ შემოქმედებით მიდგომას. მაგალითად, რთული, საძიებო მათემატიკური ამოცანების ამოხსნა, რომლებიც საჭიროებენ არა მხოლოდ ცოდნას, არამედ ინტუიციურ მიდგომასაც, შესაძლოა საკმარისად ღრმად არ იყოს ახსნილი ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებით.



3. Durdevic S. S. Automated Generation of Machine Verifiable and Readable Proofs: A Case Study of Tarski's Geometry / S. S. Durdevic, J. Narboux, P. Janicic //Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, Springer Verlag (Germany).Vol. 84, No 3. P. 249-269;
4. Tarski A. "What is elementary geometry?" / A. Tarski, L. Henkin, P. Suppes //The axiomatic method. With special reference to geometry and physics, Proceedings of International Symposium, edited by Henkin L., Suppes P. and Tarski A.– Amsterdam: North-Holland Publishing Company, P. 16-19
5. <https://www.isoconsulting.ge/>
6. <https://www.goethe.de/prj/umi/ka/the/sfi/wik.html>

### **Artificial Intelligence Systems in Elementary Mathematics Education**

**Bakur Bakuradze, Irine Gogiberidze,  
Teona Abramishvili, Papuna Berdzulishvili**

#### **Abstract**

Recent global research into using artificial intelligence for elementary mathematics education has shown substantial benefits, including improved academic performance and increased student motivation. The primary focus of research is on comparing the effectiveness of AI-based systems with traditional teaching methods. The article reviews AI systems suitable for elementary mathematics instruction, confirming their effectiveness and identifying potential challenges. Solutions for these challenges are proposed.

**Keywords:** artificial intelligence, mathematics education, elementary education, search problems, individualized learning.