

3. რატომ, საიდან, რისთვის?

კვლევას, ისევე როგორც ნებისმიერ გააზრებულ საქმიანობას, ახასიათებს მუშაობის გარკვეული წესი. მრავალი თაობის გამოცდილებამ დაგვანახა, რომ კვლევა წარმატებით ვითარდება და აღწევს შედეგს, თუ დაყოფილია შემდეგ ნაბიჯებად:

1. საკითხის დაყენება (ამოცანის დასმა);
2. მეთოდის შერჩევა;
3. მონაცემთა ბაზის შექმნა;
4. მონაცემების დამუშავება;
5. შედეგების კრიტიკული ანალიზი;
6. შესრულებული სამუშაოს აღწერა.

ნებისმიერ ეტაპზე შეიძლება აღმოჩნდეს, რომ სამუშაო თავიდანაა შესასრულებელი, ეს ხშირად ხდება. ზოგჯერ რაღაცა გამოგვეპარე ამოცანის დასმის პროცესში, ზოგჯერ არასწორად ვირჩევთ მეთოდებს, ზოგჯერ კვლევის პროცესში ჩნდება ახალი გარემოება, ანდა შეიძლება მოვლენის სრულიად ახალი თვისების გამოვლენის მოწმე გავხვდეთ, გაცილებით უფრო საინტერესო თვისების, ვიდრე ის რომლის შესწავლასაც თავდაპირველად ვგეგმავდით.

კვლევის წარმატებლობის შემთხვევაშიც კი უნდა ვეცადოთ გავანალიზოთ მისი მიზეზი – შეიძლება ის საინტერესო და მნიშვნელოვანი აღმოჩნდეს.

ამოცანის დასმა

სამუშაოს დაწყებისას უნდა გავარკვიოთ, რისი გაგება გინდათ. დიდი ამოცანა შეიძლება პატარა ამოცანებად დანაწილდეს. მკაფიო შეკითხვა და მკაფიო პასუხი - აუცილებელი პირობაა.

კვლევის გამოცდილებამ ეს შეკითხვები მკაფიოდ განსაზღვრა:

შეკითხვა – **“რამდენი”**. ეს რაოდენობრივი ამოცანაა.

- მაგალითები: - რამდენი ნაწილისაგან შედგება საათი;
- რამდენი კბილი გააჩნია თითო კბილანას;
 - რა ზომისაა საათი.

შეკითხვა – **“როგორია კავშირები”**. ესეც რაოდენობრივი ამოცანაა

- მაგალითები: - რამდენჯერ უნდა გადაიხაროს ქანქარამ რომ თითო ისარმა გადაინაცვლოს ერთი დანაყოფით;
- როგორია ისრების მოძრაობის სინქარების თანაფარდობა.

შეკითხვა – **“არის თუ არა”**. ეს თვისობრივი ამოცანაა.



- არის თუ არა რაიმე კავშირი ქანქარის მასალასა და ისრების მოძრაობის სინქარეს შორის;
- იმუშავებს თუ არა საათი დაწოლილ მდგომარეობაში;
- იმუშავებს თუ არა საათი უჭაერო სივრცეში;
- იმუშავებს თუ არა ეს საათი ორბიტაზე, მთვარეზე, სხვა პირობებში .

შეკითხვა – **“რისთვის”**. ეს ფუნქციონალური ამოცანაა.

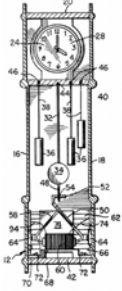
- მაგალითები: - რისთვის აქვს საათს ქანქარა;
 - რისთვის აქვს სამი ისარი;
 - რისთვისაა საათის ყუთი.

შეკითხვა – “როგორ”. ამოცანა მოვლენის მექანიზმების გამოსაფლენად.

- მაგალითები: - როგორ გადაეცემა ქანქარის მოძრაობა კბილანას;
 - როგორ გადაეცემა მოძრაობა კბილანიდან კბილანას;
 - როგორაა უზრუნველყოფილი საათის სიზუსტე.

შეკითხვა – “რატომ”. ეს მიზეზის გამოვლენის ამოცანაა.

- რატომ არ ჩერდება ქანქარა;
 - რატომაა საჭირო საათის პერიოდულად დაქოქვა;
 - რატომაა საჭირო ზოგჯერ ოსტატის გამოძახება საათის გასაწმენდათ და დასარეგულირებლად.



შემდგომში, პასუხების ძიებით, თანმიმდევრულად იქმნება მოვლენის ინფორმაციული მოდელი, ანუ წყდება დასმული ამოცანა. მაგრამ ამ პირველ ეტაპზე ჩვენ მხოლოდ ვგეგმავთ კვლევას, ვირჩევთ შეკითხვებს, რომლებიც გვანტერებს. პასუხების პოვნას სჭირდება სხვადასხვა ხერხი. ამ ხერხთა ერთობლივობა, ანუ კვლევის მეთოდოლოგია²⁴, უნდა შევარჩიოთ.

მეთოდოლოგიის შერჩევის სამი წესი

- ცდის ან დაკვირვების შედეგი უნდა გამოიხატოს თვისობრივი ან რაოდენობრივი სახის მაჩვენებლებით (რიცხვითი მაჩვენებლებით). ეს იძლევა გადამოწმების საშუალებას.
- მიღებული შედეგი უნდა იყოს ცალსახა – ანუ, არ უნდა იძლეოდეს მრავალგვარი ინტერპრეტაციის საშუალებას.
- ექსპერიმენტი განმეორებადი უნდა იყოს, ანუ მეთოდოლოგია ისე უნდა იყოს მოწოდებული, რომ სხვა მკვლევარს შეეძლოს ცდის გამეორება და ანალიზური შედეგების მიღება.

ექსპერიმენტის ჩატარებისას გასათვალისწინებელია:

- კონტროლი ექსპერიმენტის აუცილებელი ატრიბუტია – კონტროლის საშუალებით ხდება ინსტრუმენტებისა და ცდის პირობების შემოწმება
- მკვლევარი - რიგ შემთხვევებში შეიძლება განხილულ იქნას, როგორც ცდის გარემოს შემცველი ფაქტორი
- მეთოდოლოგია უნდა შეეფერებოდეს ცდას – მუშაობის პერიოდში შესაძლოა საჭირო გახდეს მეთოდების კორექცია

თანამედროვე კვლევითი სამუშაო კოლექტიურია - ერთობლივი მუშაობა ხელს უწყობს კოლექტივის ჩამოყალიბებას. აქაც წესი გამოიმუშავდა:

- კვლევის მიმდინარეობაში ყოველ მონაწილეს კონკრეტული ფუნქცია და ამოცანა უნდა ეკისრებოდეს;
- ყოველ მონაწილეს სრულად უნდა ჰქონდეს გააზრებული კვლევის საერთო მიზანი და მისი საკუთარი ფუნქციის შინაარსი;
- დაკვირვების წარმოების წესი მკაფიოდ უნდა იყოს დადგენილი;
- კვლევის ყოველი მონაწილე უნდა ფლობდეს საკვლევ ინსტრუმენტებთან მუშაობის წესებსა და ჩვევებს.

²⁴ მეთოდოლოგია

და ბოლოს!

კვლევის ოქროს წესი - კეთილსინდისიერება

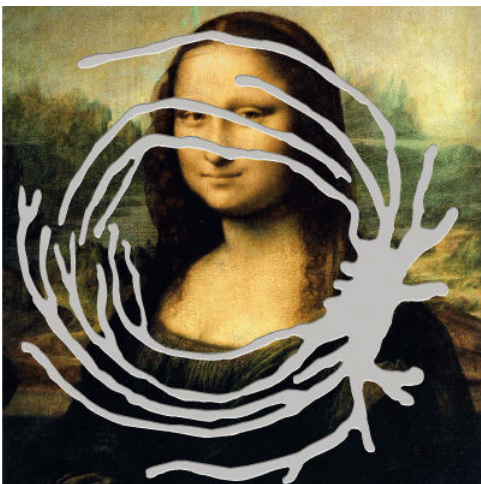
კვლევის შედეგებში ტყუილი დაუშვებელია, კვლევით სამუშაოში უფრო მისატყუებელია დავალების არ შესრულება, ვიდრე შედეგების გამოგონება

ცრუ შედეგი ამახინჯებს სინამდვილეს, ხელს უშლის სხვა მკვლევარებს ჭეშმარიტების დადგენაში და საბოლოოდ აუცილებლად გამოაშკარავდება

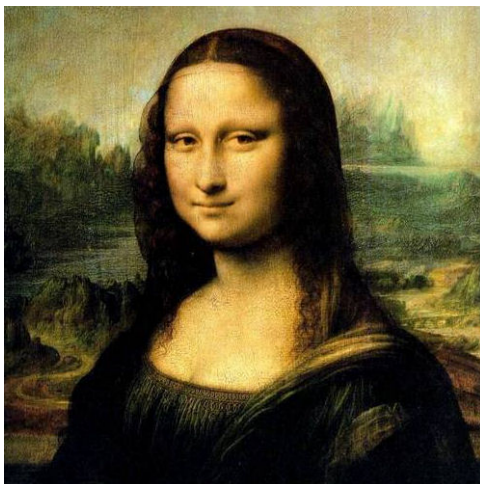
მკვლევარი, რომელიც ერთხელ დაიჭირეს ტყუილზე, როგორც წესი, იძულებული ხდება პროფესია შეიცვალოს

სამწუხაროდ, ინფორმაციის წარმოდგენის თანამედროვე ტექნოლოგია კვლევითი საქმიანობის იმიტაციის²⁵ მრავალ საშუალებას იძლევა. ეს სენი იმდენად გავრცელდა, რომ მეცნიერების ახალი მიმართულებაც შეიქმნა – სამეცნიერო არაკეთილსინდისიერების კვლევა (Scientific Misconduct). ამ დარგში მუშაობენ ფსიქოლოგები, ქცევის კვლევის სპეციალისტები, უშუალოდ საბუნებისმეტყველო მიმართულებების წარმომადგენლები. ეს უაღრესად რთული და საინტერესო დარგია. აქაც ვლინდება მრავალი კანონზომიერება, მათ შორის საკმაოდ ფუნდამენტური.

ამ დარგის მოვლენები ორ კატეგორიად იყოფა. პირველია მეთოდის არასრულყოფა და არასწორი ინტერპრეტაცია. ეს საფრთხე კეთილსინდისიერ მკვლევარსაც ემუქრება. ახლის ძიებისას ხშირად არ გაგვაჩნია სრულყოფილი მეთოდოლოგია, გამზომი ხელსაწყო შეიძლება დაზიანდეს და არასწორ ანათვალს გვიჩვენებდეს. ჩვენი გონება ყოველთვის ცდილობს შეავსოს მონაცემების ნაკლებობა, რაღაც მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ გამოგონილი ინფორმაციით. ზოგჯერ ეს გამართლებულია, ზოგჯერ შეიძლება უხეში შეცდომის წყაროდ იქცეს.



ამას ხედავს მკვლევარის თვალი. თვალში არსებული სისხლის კაპილარული სისტემის გამო გამოსახულებას ედება “ბრმა” ადგილები.



ამას ხედავს მკვლევარის ტვინი. თვალის ცწრაფი მიკრომოძრაობის გამო, ტვინი იმახსოვრებს და ამუშავებს გამოსახულებათა მიმდევრობას და ქმნის შესწორებულ ინფორმაციულ მოდელს.

²⁵ იმიტაცია

მეორეა, განზრახ ჩადენილი არაკეთილსინდისიერება, დაუმსახურებელი წოდების, სოციალური სტატუსის, ან რაიმე სხვა მიზნის მისაღწევად გამოიყენება. ეს ასუსტებს სამეცნიერო საზოგადოებას, საერთოდ საზოგადოებას, ქმნის ყალბ სამეცნიერო სკოლებს, ყალბ სამეცნიერო წარმოდგენებს, აბრუნებს ადამიანს უკან, აკარგვინებს მრავალ მონაპოვარს.

საინჟინრო მეცნიერებათა შემთხვევაში არაკეთილსინდისიერება სწრაფად აშკარადდება – არაკეთილსინდისიერად შესრულებულ პროექტი ვერ ამოქმედდება (დაინგრევა არაკეთილსინდისიერად გათვლილი ხიდი, სახლი: ვერ დაიძვრება ადგილიდან მანქანა: ჩაიძირება გემი: სრულყოფილად ვერ გადაიცემა ინფორმაცია საკომუნიკაციო არხით და ა.შ.).

ფუნდამენტური მეცნიერების შემთხვევაში საქმე უფრო რთულად არის. აქ შეიძლება წლები დაიკარგოს, სამეცნიერო საქმიანობის სფერო გაქრეს.

რა არის ფუნდამენტალური მეცნიერება? ხშირად განმარტავენ როგორც მეცნიერება მეცნიერებისათვის. ის იკვლევს საგანთა ბუნების ღრმა საფუძვლებს, რომლებზე დაყრდნობით ხერხდება ადამიანის წარმოებითი საქმიანობა. ეს გამოყენებითი მეცნიერებისა (თუ გამართლებულია მეცნიერების სისტემიდან ნაწილის გამოყოფა) და საინჟინრო საქმიანობის საფუძველია. ძნელად მოიძებნება ნივთი, რომელიც ამა თუ იმ გზით არ უკავშირდება სამეცნიერო აღმოჩენას. არა აქვს მნიშვნელობა სად არის აღმოჩენილი კანონზომიერება, იგი კაცობრიობის მონაპოვარია და ადრე თუ გვიან იქცევა საწარმოო ძალად და მოემსახურება ჩვენი ყოფიერების გარდაქმნას.

აღმოჩენა მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული. მათ შორის სამეცნიერო სკოლების ურთიერთქმედებით, იმ კულტურული და ისტორიული გარემოთი, სადაც ყალიბდება მეცნიერი, **აზროვნების თავისუფლების ხარისხითა** და მრავალი ფაქტორით, რომელიც ინდიკატორივით განსაზღვრავს გადის თუ არა ქვეყანაში **ფასეულობათა აღქმისა და ძიების მოწინავე ხაზი**.

მოწინავე ქვეყნებმა დიდი ხანია მინიმუმამდე დაიყვანეს “მანძილი” სამეცნიერო შედეგსა და გამოყენებას შორის. ინტელექტუალურ პროდუქტს ადევს ფასი და გააჩნია ქმედითი მესაკუთრე და მომხმარებელი. ამ სფეროს “ჯანმრთელობაზე” ზრუნავენ მეცნიერები და სახელმწიფო მოღვაწეები. არაერთი მეცნიერული მოვლენა გამხდარა სახელმწიფოებს შორის პაიქრობის საგანი. საგარეო პოლიტიკაში, ამ დარგის მდგომარეობა მეტყველებს იმაზე აქვს თუ არა სახელმწიფოს, გარდა სხვა “ორგანოებისა”, განვითარებული “ტვინი”. ქვეყნის უბედურებაა, თუ ამ ადგილს იკავებენ იმიტატორები. ჯანსაღ ვითარებაში, ამ დარგში ჩადებული თანხა უნდა ბრუნდებოდეს, პრაქტიკული და კომერციული შედეგებით, მრავალ დარგში გამოსაყენებადი კადრებით, კვალიფიცირებული სახელმწიფო ექსპერტიზით, სახელმწიფოს მიმართ ნდობით მის შიგნით და გარეთ, მტკიცე თანამშრომლობით მრავალ ქვეყანასთან, ბრუნდებოდეს მყარი თანასწორუფლებიანი საერთაშორისო ინვესტიციებით.

მეოცე საუკუნის ერთერთმა გამოჩენილმა ფიზიკოსმა, ნობელის პრემიის ლაურეატმა რიჩარდ ფეინმანმა თავისი ცხოვრების და სამეცნიერო მოღვაწეობის გამოცდილება შეაჯამა ავტობიოგრაფიულ წიგნში სახელწოდებით “თქვენ, რა თქმა ინდა, ხუმრობთ ბატონო ფეინმან!”. წიგნის ბოლო, შემაჯამებელ თავს ფეინმანი უთმობს სამეცნიერო კეთილსინდისიერებას და მოყავს რამდენიმე თვალსაჩინო მაგალითი. წაიკითხეთ ეს წიგნი. ბევრ საინტერესოს გაიგებთ.

თუ ყველაფერი, რაზეც აქამდე ვისაუბრეთ, თქვენთვის გასაგებია - სწორი მიდგომა მაქვს არჩეული თქვენთვის ინფორმაციის მისაწოდებლად. გაიხსენეთ – ჯერ თანმიმდევრულად ვსწავლობთ მეცნიერების ენას, შემდგომში ვცდილობთ ცალსახად დაესვათ შეკითხვა და მოვქმენით პასუხი. ასეთი მიდგომა ყოველთვის ამართლებს, ამ გზით ვიაროთ.

რინარდ ფინმანი ყველა ასეთ კუროზულ შემთხვევას:

კონფერენციის მეორე დღეს მომიხსლოვდა *სტენოგრაფისტი*²⁶ და შეკითხვა: “რას საქმიანობთ? თქვენ, დარწმუნებული ვარ არ ბრძანდებით პროფესორი”.

- სწორედ პროფესორი ვარ.

- რისი?

- მეცნიერების – ფიზიკის.

- აი, თურმე, რაში ყოფილა საქმე! მივხვდი მიზეზს!

- რის მიზეზს?

- მე სტენოგრაფისტი ვარ და ვბეჭდავ ყველაფერს, რასაც კონფერენციაზე ლაპარაკობენ. როდესაც სხვები ლაპარაკობენ, ყველაფერს ვბეჭდავ, მაგრამ არაფერი არ მესმის. მაგრამ როდესაც თქვენ დგებით, მესმის ყველაფერი რასაც თქვენ გულისხმობთ, რაშია საკითხის არსი, ან რაზე ლაპარაკობთ. ამიტომაც ვიფიქრე, რომ არ შეიძლება იყოთ პროფესორი!

ამ კონსპექტის ავტორი, არაერთხელ გამოვსუღვარ მოხსენებით სამეცნიერო კონფერენციაზე, და არაერთხელ გამიგია ჩემი კოლეგების შეფასება – “როგორც ყოველთვის, ყველაფერი ნათელია, მკაფიო და გასაგებია”. ეს მასწავლეს სკოლაში, მასწავლეს უნივერსიტეტში. ვცდილობ თქვენ გადმოგცეთ ეს გამოცდილება.

თანდათანობით ჩვენი “საუბრის ენა” გართულდება. შემოვიღებთ ახალ, დარგისათვის დამახასიათებელ ცნებებს, მოვიყვანთ ფაქტებს, ავღწერთ კანონზომიერებებს, ჩამოვაყალიბებთ მათ მათემატიკის ენაზე. თუ მომყვებით, ყველაფერი ისევ მკაფიო, მარტივი და გასაგები დარჩება. თუ ჩამორჩებით – ჩვენ ერთმანეთს ვეღარ გაუგებთ.

4. მეცნიერება – მათემატიკა – ტექნოლოგია – პროექტირება და კონსტრუირება → რეალობის ახალი ელემენტის შექმნა

ამ თავის სახელწოდებიდან უკვე ნათელია, რომ რეალობის ახალი ელემენტის შექმნა ოთხ აუცილებელ კომპონენტს (შემადგენელ ნაწილს) შეიცავს. პირველზე – მეცნიერებაზე, საკმარისად ვისაუბრეთ. ეს ბუნების თვისებებისა და კანონზომიერების ცოდნის წყაროა. ეს თვისებები ჩვენგან დამოუკიდებლად არსებობენ და ჩვენ ვცდილობთ ისინი გამოვიყენოთ ჩვენს სასარგებლოდ. ინჟინერისათვის ეს ინფორმაცია მოცემულია წიგნებისა და ცნობარების სახით და მისი კოლეგების – მეცნიერების ნამოღვაწარს წარმოადგენს.

რატომ გამოვყავით ცალკე მათემატიკა? მათემატიკა ერთერთი საოცრებაა, რომელიც შექმნა ადამიანმა, საოცრებაა, რომელიც მის უსახდვრო ნიჭზე მეტყველებს, მაგრამ მთლიანობაში, მისი დანიშნულება თვით ავტორს – ადამიანს, ამომწურავად არ ესმის.

ფილოსოფოსები (სიბრძნის მოყვარულები), საუკუნეების განმავლობაში მსჯელობენ იმაზე არის თუ არა ბუნება “აწყობილი” მათემატიკის კანონებზე, რომლებიც ჩვენ აღმოვაჩინეთ და ვიყენებთ, თუ პირიქით – მათემატიკა ადამიანის ქმნილებაა, მისი აზროვნების ხერხის განუყოფელი ნაწილია, და ამიტომ, ძალაუნებურად ყველაფერს ვხედავთ მათემატიკის კანონების სახით და ამ კანონებით ავღწერთ. ამ საკითხზე მსჯელობა შორს წაგვიყვანს.

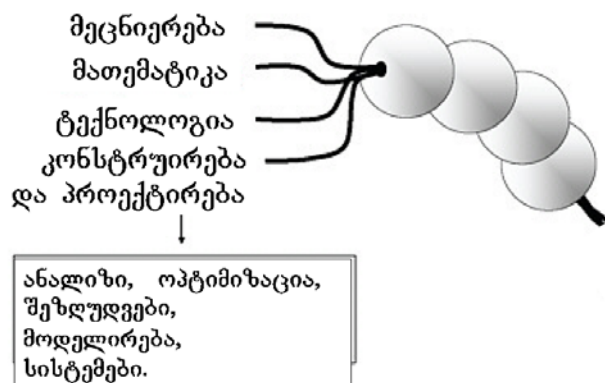
²⁶ სტენოგრაფია -

შეთანხმება 2. დაგეგმავოფილდეთ იმ ფაქტით, რომ ჩვენ წარმატებით ვიყენებთ პრაქტიკულ საკმინანობაში არითმეტიკას, ალგებრას, გეომეტრიას, ტრიგონომეტრიას, მათემატიკურ ანალიზს და მათემატიკის სხვა დარგებს.

ზოგიერთი, თავდაპირველად თითქოს აბსტრაქტული, რეალობას მოკლებული მათემატიკური ცნება დიდი ხანია სავსებით კონკრეტული ობიექტებისა და მოვლენების აღსაწერად გამოიყენება. ზოგიერთმა ჩემი თაობის თვალწინ მიიღო რეალური ფორმები, ზოგიერთი თქვენს თვალწინ მიიღებს ამ ფორმებს. დაგეგმავოფილდეთიმიტ, რომ მათემატიკა გახდა ბუნების კვლევის *ტექნოლოგიის* ნაწილი, ანუ შექმენების *ხერხთა ერთობლივობის* განუყოფელი და ეფექტური ნაწილი.

ისიც ფაქტია, რომ მათემატიკოსები “წინ უსწრებენ მოვლენებს” და წინასწარ ქმნიან (თუ არკვევენ და ალაგებენ?) ტექნოლოგიურ მარაგს – თავისებურ კაპიტალს, ოქროს ტექნოლოგიურ მარაგს, რომელსაც ჩვენ შემდგომში ვიყენებთ. ეს კაპიტალი არა მარტო აბსტრაქტული თეორიებითაა წარმოდგენილი, არამედ კონკრეტული რეცეპტებითაც, რომლების დაიყვანებიან არითმეტიკის დონეზე და გვაძლევენ საშუალებას კონკრეტული ამოცანები ამოვხსნათ.

გარდა ასეთი უმაღლესი ხარისხის ტექნოლოგიის, მექანიზმების, მასალების, ინსტრუმენტებისა და სხვადასხვა “ეშმაკობის სახით”, არსებობს მრავალი სხვა ხერხი მთელი კაცობრიობის გამოცდილების სახით. ადამიანი ყოველდღე სარგებლობს ამ მარაგით, მეტიც, ქმნის ახალს და ამდიდრებს ტექნოლოგიას. ნახატიდან ნათელია, რომ ეს ხდება კონსტრუირებისა და პროექტირების თავისებური მოდგომებით.



ნახატი 4.1

რეალობის ახალი ელემენტის შექმნა ხდება ამ ოთხი საწყისის გაერთიანებით. ჩვენ უკვე გვაქვს წარმოდგენა იმის შესახებ, თუ როგორ უნდა განხორციელდეს ეს პროცესი – გავიხსენოთ წინა თავი.

ყველაფერი ისევ იწყება შეკითხვით (შეკითხვებით) და ამოცანის დასმით და გრძელდება პასუხების ძიებით. მივყვეთ ცხრილს და გავმართოდ თავისებური დიალოგი:

- | | |
|-----------------------|---|
| კითხვა | პასუხი |
| - რისი შექმნა გვინდა? | - ველოსიპედის (განვიხილოთ ეს უცნაური ამოცანა, გამომგონებლებს ხშირად დასცინიან, ითვლება, რომ ველოსიპედის გამოგონება ფუჭი საქმეა) |

- რატომ გვინდა ამის შექმნა

შესაძლო ვარიანტი შეიძლება ბევრი იყოს:

- გვინდა მოვიგოთ ველორბოლა ახალი ტექნიკის ხარჯზე;
- ქვეყნის მოსახლეობა ითხოვს იაფ გადაადგილების საშუალებას ქალაქების ზრდისა და გადაადგილების მანძილების ზრდის გამო;
- გართობის ახალი სახე გაჩნდა – ველოსიპედებით წყალში ხტომა;
- ვიღაცამ მოიგონა, რომ ველოსიპედი ყველაზე კარგი საჩუქარია შეყვარებულისათვის და ბაზარი ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნას; და ა.შ.

როგორც ხედავთ, მრავალი მიზეზი არსებობს იმისათვის, რომ თავიდან დავიწყოთ **სხვადასხვა დანიშნულების ველოსიპედების** გამოგონება. თავიდანვე უნდა შევთანხმდეთ, რომ ვიცით რა არის ველოსიპედი და იგი არ შეგვეშლება მოტოციკლეტში, ავტომანქანაში, მატარებელში ან თვითმფრინავში. გასაგებია, რომ ეს ჩამონათვალი განზრახ მოვიყვანე, რომ გამოვეყო ერთერთი მთავარი ნიშანი – ველოსიპედი სატრანსპორტო საშუალებაა. ფაქტია, რომ ჩვენ ველოსიპედს ცალსახად ვცნობთ, და თუ დავიწყეთ მისი აღწერა და ყველა თვისების ჩამოთვლა, შეიძლება საერთოდ დავიბნეთ და *აბსურდამდე*²⁷ მივიდეთ.



1820



1868



1890

მიაქციეთ ყურადღება, რომ პასუხი შეიცავს ინფორმაციას, რომლის გამოყენებით შეგვიძლია დავიწყოთ ჩვენი ქმედებების დაგეგმვა და გადაწყვეტილებების მიმართულებების ძიება. მაგალითად:

1. გვინდა მოვიგოთ ველორბოლა ახალი ტექნიკის ხარჯზე. ამ შემთხვევაში ველოსიპედი ინარჩუნებს თავის დანიშნულებას, როგორც ადამიანის კუნთების ძალით მოძრავი სატრანსპორტო საშუალება და კონსტრუქტორის წინაშე დგას მისი სისწრაფის გაზრდის ამოცანა. ამ შემთხვევაში მოქმედებს ნახატ 4.1-ზე მოყვანილი თანმიმდევრობა: არის თუ არა მეცნიერებაში ან ტექნოლოგიაში რაიმე ახალი აღმოჩენა, რომელსაც გამოვიყენებთ? მაგალითად ანტიგრაფიტაციური საღებავი, რომელიც მკვეთრად დაამსუბუქებს ველოსიპედს, ან ზეთი, რომელიც მკვეთრად შეამცირებს მექანიკური გადაცემის ხახუნს, და ა.შ.

²⁷ აბსურდი

ამას, რა თქმა უნდა მოყვება მათემატიკური გათვლა თუ რა მოგებას მივიღებთ სიჩქარეში, რა დაგვიჯდება, შესაძლებელია მათემატიკური მოდელის შექმნა და იმის განსაზღვრა ოპტიმალურია თუ არა ველოსიპედის ძარას ფორმა, სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა და მორგებულია თუ არა ზომები კონკრეტულ ველომრბოლელზე, რომელსაც ვამზადებთ თამაშებისათვის. შესაძლებელია მსაჯთა კოლეგიამ უკვე გაიგო ანტიგრავიტაციული სადებავის შესახებ და უკვე ამზადებს შეზღუდვას მის გამოყენებაზე. შესაძლებელია ჩვენი პროექტის საუკეთესო ვარიანტის განხორციელება ვერ ესწრება მომდევნო ოლიმპიურ თამაშებამდე, და სხვა ხერხს უნდა მივმართოთ.

ველოსპორტმა რთული გზა გაირა ამ ამოცანის გადაწყვეტაში, რას არ მიმართა ტექნიკური გადაწყვეტილებიდან დაწყებული და დოპინგით დამთავრებული. დღეს ეს სპორტი სულ სხვანაირად გამოიყურება ვიდრე 20-30 წლის წინ.

ჩვენთვის მთავარია, რომ მუშაობდა და მუშაობს ნახატ 4.1-ზე მოყვანილი სქემა, რომელიც უნივერსალურია (საყოველთაოა) და რეალურ შედეგს იძლევა.

2. ქვეყნის მოსახლეობა ითხოვს იაფ გადაადგილების საშუალებას ქალაქების ზრდის და გადაადგილების მანძილების ზრდის გამო. ასეთი ამოცანები რეალურად იდგა ჩინეთის წინაშე და, თავის დროზე წარმატებით გადაწყდა მასობრივი წარმოების ორგანიზაციით, კონსტრუქციის გაიაფებითა და დამზადებისა და აწყობის ტექნოლოგიის გაუნჯობესებით. აქაც პროცესი იგივე ციკლით განხორციელდა.

3. გართობის ახალი სახე გაჩნდა – ველოსიპედებით წყალში სტომა. თუ გართობის ეს სახეობა მასობრივ ხასიათს იღებს (ეს დასტურდება სტატისტიკური კვლევით და შესაძლებელია ტენდენციის პროგნოზირება – ანუ გააჩნია ობიექტური მიზეზი და მეცნიერულად დადასტურებული საფუძველი) და გსურთ კომერციული მოგების მიღება, ალბათ გამოიკვლევდით და შეიმუშავებდით ამ “სპორტისათვის” უსაფრთხო ველოსიპედს ან წყალქვეშა ველოსიპედს.



4. ველოსიპედი ყველაზე კარგი საჩუქარია შეყვარებულისათვის და ბაზარი ვერ აკმაყოფილებს მოთხოვნას. შეგიძლიათ შეთავაზოთ ბაზარს დასაკეცი ველოსიპედი, რადგან ეს შესანახად უხერხული საჩუქარია, სათამაშო

ველოსიპედი ან სიმბოლური ორი რგოლი. ველოსიპედს შეესაბამება *სინონიმი*²⁸ – სიტყვა bicycle, bi + cycle. ლათინურად ეს ორი რგოლია. ალბათ მიხვდით, რომ პირველ ველოსიპედთან ერთად ბუნებრივად გაჩნდა ეს სიტყვაც, ამიტომ, თუ *ფანტაზიას*²⁹ მოვიხმართ, სავსებით წარმოსადგენია, რომ ველოსიპედის ჩუქება ქორწინების სიმბოლურ წინადადებად შეიძლება ჩაითვალოს.



ძნელი დასაჯერებელია, მაგრამ ბოლო ორი ამოცანა ჩემი მოგონილი არ არის. ეს ამოცანები, როგორც ირკვევა, დასმულია და გამომგონებელს ელოდებიან.

გამოვიტანოთ დასკვნა – ამოცანის დასმის შემდეგ შეიძლება გაჩნდეს რამდენიმე პასუხი, გამოჩნდეს მრავალი ტექნოლოგიური გადაწყვეტილება. აბსურდულ, უჩვეულო მოთხოვნებშიც კი შეიძლება ვინმე იყოს დაინტერესებული. მოთხოვნებზე აუცილებლად ჩართავს პროექტირებისა და კონსტრუირების პროცესს და განხორციელდება ზემოდ განხილული ციკლი. არ არის საჭირო გამტკიცოთ, რომ

- რაც უფრო ღრმად და ფართოდ იცნობს ინჟინერი მეცნიერების საფუძვლებს – მით უფრო დიდია საუკეთესო გადაწყვეტილებაზე გასვლის ალბათობა;
- რაც უფრო ღრმად და ფართოდ იცნობს ინჟინერი მათემატიკის საფუძვლებს, გამოყენებითი მათემატიკის მეთოდებსა და მათ გამოყენებას სხვადასხვა პროგრამული პაკეტის მეშვეობით ან საკუთარი პროგრამებით – მით უფრო დიდია საუკეთესო გადაწყვეტილებაზე გასვლის ალბათობა; მის ხელში მოდელირებისა და მოდელური კვლევის მძლავრი იარაღია;
- რაც უფრო ფართოდ იცნობს ინჟინერი თანამედროვე ტექნოლოგიებს, ადევნებს თვალს ტექნიკურ სიახლეებს – ისევე, მით უფრო დიდია საუკეთესო გადაწყვეტილებაზე გასვლის ალბათობა.

პროექტირება და კონსტრუირება იწყება ვარიანტების გადარჩევითა და ურთიერთშედარებით. შესაძლებელია ვინმემ უკვე გადაწყვიტა დასმული საინჟინრო ამოცანა. მაშინ თქვენ ან აუმჯობესებთ ამ გადაწყვეტილებას, ანდა იმეორებთ. თუ თქვენთვის სასურველი ანალოგი დაპატენტებულია – მიმართავთ პატენტის მფლობელს ლიცენზიის შეძენის თაობაზე.

განვლილი მასალა გვაძლევს საშუალებას “შევიარაღოთ” მეთოდით, რომელიც გაგვიადვილებს სხვა მრავალი საკითხის განხილვას. თანამედროვე ელექტრულმა და ელექტრონულმა ინჟინერიამ გაიარა გზა, რომელიც ხასიათდება მრავალი მიღწევით მეცნიერებაში, მათემატიკაში, ტექნოლოგიაში და მიღწევებით პროექტირებისა და კონსტრუირების პროცესების ორგანიზაციაში. ამიტომ ბუნებრივია წინ ვიაროთ სწორედ ამ კომპონენტების გარჩევით ელექტრონიკასთან მიმართებაში.

²⁸ სინონიმი
²⁹ ფანტაზია

ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ მეცნიერული კვლევა –

- ითხოვს მტკიცებულებებს;
- წარმოადგენს ლოგიკის და წარმოდგენების “ნარევს”;
- ხსნის და წინასწარმეტყველებს;
- ცდილობს გააიგივოს მოვლენები და გაექცეს კონსერვატიზმს;
- არ ცნობს ავტორიტეტებს.

საინჟინრო და ტექნოლოგიური საქმიანობა, პროექტირება და კონსტრუირება –

- მიზანდასახულია;
- ეფუძნება კონკრეტულ მოთხოვნებს;
- სისტემატურია;
- თანმიმდევრულია;
- შემოქმედებითია და უშვებს სხვადასხვა შესაძლო ამოხსნას.

XXI საუკუნე კაცობრიობის წინაშე მრავალ ამოცანას აყენებს. აშშ საინჟინრო აკადემიის ექსპერტებმა ჩამოაყალიბეს სია, რომელსაც უწოდეს საუკუნის საინჟინრო გამოწვევები. ეს თოთხმეტი ამოცანა ასეთნაირად არის ფორმულირებული:

- **სრულყოფილი მზის ენერგეტიკის შექმნა;**
- ბირთვული სინთეზის ენერგეტიკის შექმნა;
- ენერგეტიკიდან ნახშირის მოხმარების გამორიცხვა;
- აზოტის ციკლის (ბიოგეოქიმიური ციკლის) მართვის დაუფლება;
- წყლის გაწმენდის მეთოდების სრული დაუფლება;
- ქლაქების ინფრასტრუქტურის აღდგენა და გაუმჯობესება;
- **მოწინავე სამედიცინო ინფორმატიკის შექმნა;**
- **სრულყოფილი სამედიცინო ინჟინერიის შექმნა;**
- **ტვინის სტრუქტურის სრული შესწავლა;**
- ბირთვული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;
- **კიბერ სივრცის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;**
- **ვირტუალური რეალობის საშუალებების გაზრდა;**
- **პერსონალური სწავლების მეთოდებისა და გარემოს გაუმჯობესება;**
- **სამეცნიერო კვლევის ინსტრუმენტების განვითარება.**

ადვილი შესამჩნევია, რომ ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის განვითარების გარეშე არც ერთი მიმართულება არ განვითარდება. ელექტრონიკა ამ მიმართულებებში სენსორებით, ანალიზატორებით, გაზომვების, გამოთვლის და მართვის სისტემებით არის წარმოდგენილი. წარმოუდგენელია მომავალი საკომუნიკაციო სისტემების ახალი თაობების გარეშე. რა თქმა უნდა პროგრესი ვერ მიიღწევა კადრების მომზადების სრულყოფილი სისტემის გარეშეც.

ჩვენ გამოვყავით ის ამოცანები, რომლების პირდაპირ ეხებიან ელექტრონიკის და ელექტრულ ინჟინერიას.

ეს გამოწვევები გვკარნახობენ, რომ ინჟინერია საუნივერსიტეტო დისციპლინა უნდა გახდეს, და ეს უკვე განხორციელდა მსოფლიოს წამყვან უნივერსიტეტებში. უკვე ვნახეთ, რომ აუცილებელია ფუნდამენტური სამეცნიერო განათლება და მათემატიკა. ამ საუნივერსიტეტო კურსებს ემატება ტექნოლოგიური, ანუ გამოყენებითი მეცნიერების დისციპლინები და პროექტირების/კონსტრუირების კურსები.