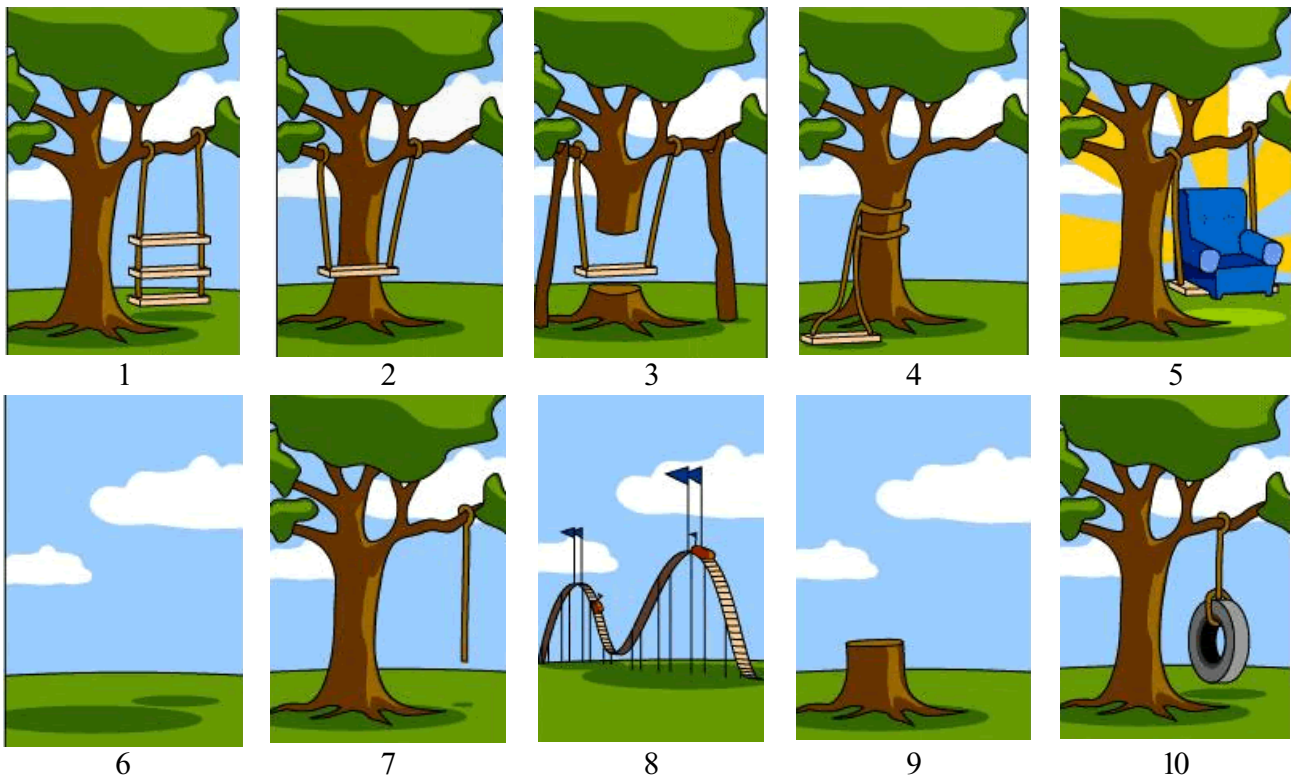


5. პროექტირება და კონსტრუირება – სირთულეები . . .

სამეცნიერო და საინჟინრო პროექტი წარმოადგენს ერთობლივ წამოწყებას, რომელიც ხშირად ერთდროულად კვლევის და კონსტრუირების პროცესს შეიცავს და ძალიან დეტალურად იგეგმება კონკრეტული მიზნის მისაღწევად. პროექტი წინ უსწრებს საქმის დაწყებას. უამრავ შემთხვევაში პროექტში ორი მხარეა წარმოდგენილი – შემკვეთი და შემსრულებელი. შემკვეთს გააჩნია რაიმე გზით მოპოვებული და *აკუმულირებული*³⁰ მატერიალური ან ფინანსური *რესურსები*³¹ და სურვილი მიიღოს ამ რესურსის სანაცვლოდ რეალობის ელემენტის შესახებ ინფორმაცია, ან რეალობის ელემენტი. მეორე მხარეს აქვს სურვილი მიიღოს ეს რესურსი შემკვეთისაგან მისი სურვილის რეალიზაციის სანაცვლოდ. ამ ორი მხარის ურთიერთობაზე და შეთანხმებულ ურთიერთქმედებაზე საბოლოო ჯამში დამოკიდებულია პროექტის განხორციელების წარმატება.

ქვემოთ, მაგალითის სახით, მოყვანილია პროექტის განხორციელების თითქმის ქრონიკულ დაავადებად ქცეული სირთულე პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის მაგალითზე.



ნახატი 5.1

1. ასე შემკვეთმა აუხსნა შემსრულებელს (პროექტის ხელმძღვანელს) თავის სურვილი;
2. ასე წარმოიდგინა პროექტის ხელმძღვანელმა შემკვეთის სურვილი;
3. ასე წარმოიდგინა ამოცანა შემსრულებლის მხარის სპეციალისტმა (პროგრამულმა ინჟინერმა);
4. ასე წარმოიდგინა პროგრამა (კოდი) შემსრულებლის მხარის პროგრამისტმა;

³⁰ აკუმულირება

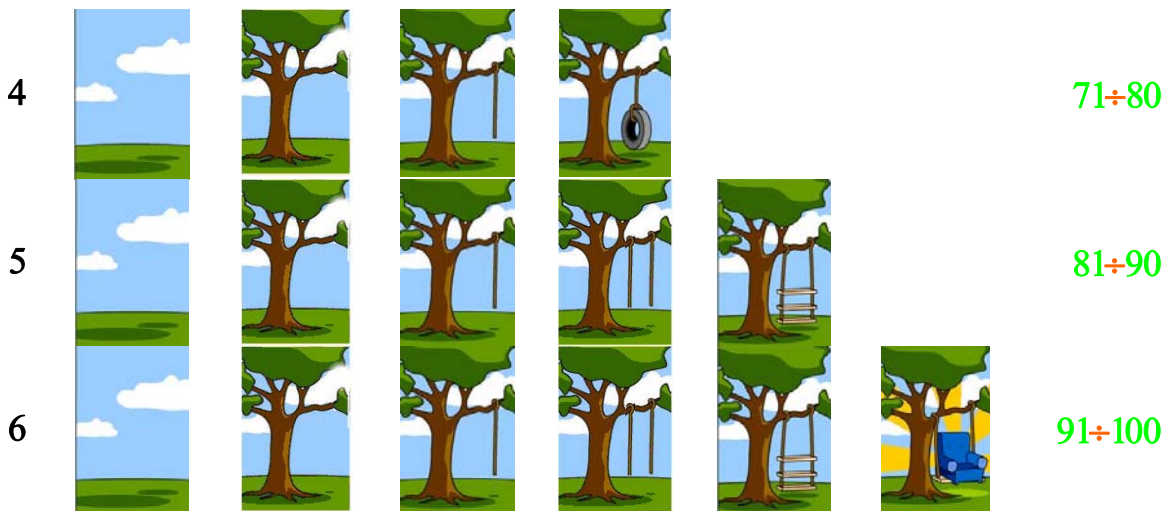
³¹ რესურსი

5. ასე აღწერა მოსალოდნელი შედეგი ბიზნეს კონსულტანტმა;
6. პროექტის ასეთი ტექნიკური დოკუმენტაცია შეიქმნა;
7. ასეთი პროგრამა შეიქმნა;
8. ასეთი ანგარიში წარუდგინეს შემკვეთს თანხის გადასახდელად;
9. ასეთი ფინანსური რესურსები გააჩნდა შემკვეთს;
10. სინამდვილეში ეს სჭირდებოდა შემკვეთს.

ეს სავალალო მდგომარეობა ხშირად გვხვდება სინამდვილეში, არა მარტო პროგრამულ ინჟინერიაში. უნივერსიტეტში ახალგაზრდა ადამიანის სწავლა ასევე პროექტს წარმოადგენს. სტუდენტი ამ შემთხვევაში შემკვეთიცაა და შემსრულებელიც. პირველი სემესტრის განმავლობაში თქვენ უნდა აირჩიოთ მომავალი გზა. ყველაფერი თქვენზეა დამოკიდებული. “ელექტრონიკის” საბაკალავრო პროგრამა მკაცრ მოთხოვნებს უყენებს სტუდენტს, რადგან წარმატებით კურსდამთავრებულები ჩვენი კოლეგები უნდა გახდნენ მომავალში და დარგი კიდევ უფრო განავითარონ. ელექტრონიკის შესავალი კურსით თქვენ უნდა მოსინჯოთ თქვენი ძალა. საგნის სასწავლო და საგამოცდო მასალა სერიოზულ ტესტს³² წარმოადგენს.



აქედან იწყება “ელექტრონიკის” წარმატებული პროექტი



ნახატი 5.2

³² ტესტი

თუ ჩვენ საგანში 70 ქულაზე ნაკლები დააგროვეთ, ამ სპეციალობით სწავლა ძალიან გაგიჭირდებათ. მიმართულების შეცვლის აუცილებლობის წინაშე დადგებით მომავალ სემესტრებში. ინტერვალი **71÷80**, თუ მკვეთრად არ შეცვალეთ სწავლისადმი მიდგომა, მხოლოდ საბაკალავრო კურსით დამთავრდება. **81÷90** ინტერვალი, თუ ასეთივე შემართებით გააგრძელებთ სწავლას, ნიშნავს *პრეტენზიას*³³ მიიღოთ სტიპენდია და წარმატებით დაამთავროთ არა მარტო ბაკალავრიატი, არამედ მომავალში მაგისტრატურაც. **91÷100** მოგცემთ საშუალებას უკვე ბაკალავრიატის პერიოდში ჩაერთოთ კურსის პედაგოგების კვლევით პროექტებში.

რა თქმა უნდა, ყოველთვის რჩება ძალთა მობილიზების, მიზანდასახული თვითმომზადების ორგანიზაციის და საპროექტო მაღალი მიზნების მიღწევის საშუალება. როგორც წესი, სტუდენტი “აზრზე მოდის” პირველი შუალედური გამოცდის შემდეგ. არ დაკარგოთ დრო, თითქმის ნახევარი სემესტრი წინა გაქვთ.

აქ მოყვანის მოსაზრებებს არ გაიზიარებთ, თუ რაიმე დასაბუთებულ *არგუმენტაციას*³⁴ არ მოვიყვანთ. შემოვიღოთ საზომ ერთეულად სასწავლო მასალის ასათვისებლად საჭირო დრო. უნივერსიტეტში სწავლის დროს სასწავლო პროგრამები ითვალისწინებენ პედაგოგთან საკონტაქტო (ლექციები, პრაქტიკულები, სემინარები და ლაბორატორია) მუშაობის ზუსტად დადგენის მოცულობას. დანარჩენი თვითმომზადებას ეთმობა. განვიხილოთ საუკეთესო სტუდენტის შემთხვევა. თუ სასტარტო, სასკოლო მომზადება კარგ დონეზეა, თვითმომზადების პროცესი კარგად არის ორგანიზებული, იზოგება დრო მასალის გამეორებისათვის, დამატებითი ინფორმაციის მისაღებად და (მაღალ კურსებზე) სამეცნიერო-კვლევით სამუშაოებში მისაღებად. ამ რეჟიმიდან გამოსვლა და დროის ტყვილად კარგვა ნიშნავს დროის რეზერვების დაკარგვას. თუ სასკოლო მომზადება სუსტია, ძალაუნებურად ხარჯავთ დროს რათა გაიმეოროთ სასკოლო პროგრამა (სხვანაირად ვერ გებულობთ საუნივერსიტეტო პროგრამას) და დაეწიოთ პროგრამას. საუკეთესო ვარიანტში აღარ გყოფნით დრო კვლევით პროექტებში მონაწილეობაზე. უარეს შემთხვევაში ძლივს გყოფნით დრო მოემზადოთ სხვადასხვა საგნებში 51 ქულიანი ზღვრის გადასალახავად და პროფესიული კვალიფიკაციის მიღების მაგივრად, გადადიხართ კრედიტების დაგროვების რეჟიმში, ანუ სწავლა ფორმალური ხდება და პროექტის მიზანს წარმოადგენს დიპლომის მიღება.

რა თქმა უნდა, ჩვენც ვაგებთ პასუხისმგებლობას თქვენს პროექტზე. რა გარანტიებს ვიძლევი:

- დარგი მსოფლიოს პირველი ათი უნივერსიტეტიდან ცხრაშია წარმოდგენილი;
- დარგის კადრების მომზადების იდეოლოგიას განსაზღვრავს პროფესიონალთა საერთაშორისო ორგანიზაცია IEEE – ელექტრონიკისა და ელექტრონიკის ინჟინერთა ინსტიტუტი;
- სასწავლო პროგრამა აგებულია მკაცრ სტანდარტულ მოთხოვნებზე, რომლებიც ორიენტირებულია მაღალი კლასის კონკურენტუნარიანი სპეციალისტის მომზადებაზე მსოფლიო შრომის ბაზრისათვის;
- სპეციალობას შეფობას უწევს და კვლევით პროცესს ხელმძღვანელობს საინჟინერო-კვლევითი და საკონსულტაციო ცენტრი EMCoS (ElectroMagnetic Consalting and Software, www.emcos.com), ელექტრული და ელექტრონული

³³ პრეტენზია

³⁴ არგუმენტაცია

ინჟინერიის ერთერთი წამყვანი დარგის – ელექტრომაგნიტური თავსებადობის ერთერთი მსოფლიო ლიდერი, რომლის სამეცნიერო და პროგრამული პროდუქცია აღიარებულია და მოთხოვნილია საერთაშორისო ინდუსტრიულ ბაზარზე;

- სასწავლო პროგრამა ხორციელდება გერმანიის, აშშ და იაპონიის სასწავლო-კვლევით ცენტრებთან თანამშრომლობაში;
- სამაგისტრო და სადოქტორო დისერტაციები მზადდება ინდუსტრიალური კვლევითი პროექტების ფარგლებში, წამყვან ინდუსტრიულ კორპორაციართან თანამშრომლობაში;
- პედაგოგთა კოლექტივს გააჩნია კვლევითი მუშაობის გამოცდილება მსოფლიოს უმაღლესი სტანდარტების დონეზე;
- გაგვანია წარმატებული ინდუსტრიული, კვლევითი და სასწავლო/საგანმანათლებლო პროექტების განხორციელების გამოცდილება!

სასწავლო პროგრამა წარმოადგენს ტიპურ სილაბუსს (Typical electronic engineering undergraduate syllabus), რომლის შემადგენელი ნაწილებია:

- ელექტრომაგნიტური მოვლენები, ელექტრომაგნეტიზმის თეორია (Electromagnetics) - ფიზიკის დარგი, რომელიც აღწერს და ხსნის ბუნების მოვლენებს და კანონზომიერებებს, რომლების საფუძვლად უდევს ელექტრულ და ელექტრონულ ინჟინერიას;
- წრედების თეორია - ელექტრობის კლასიკური დარგი, რომელიც მკაცრ მათემატიკურ ენაზე აღწერს ელექტრულ წრედებში მიმდინარე პროცესებს და იძლევა მათი ქცევის ანალიზის საშუალებას (Network Analysis);
- ელექტრონული მოწყობილობები და წრედები – დარგის ტექნოლოგიის განვითარების შედეგად შექმნილი პოტენციალის, მოწინავე მიდგომების და კონსტრუქციების გაცნობა, კონსტრუირების საფუძვლები (Electronic devices and circuits);
- სიგნალები და სისტემები – სიგნალების წარმოდგენის და დამუშავების თეორია, ელექტრონული სისტემების და მათში მიმდინარე პროცესების აღწერა და ქცევის შესწავლა (Signals and systems);
- მართვის თეორია და მართვის სისტემები - თანამედროვე და მომავლის ავტომატური და რობოტული სისტემების შექმნის თეორიის და ტექნოლოგიის საფუძვლები (Control systems);
- კავშირგაბმულობა – თანამედროვე კავშირგაბმულობითი სისტემების თეორიის და ტექნოლოგიის საფუძვლები (Communications).

6. სისტემა, პროექტი, პროექტის მართვა

თანამედროვე სამყაროში ნებისმიერი წარმატებული პროფესიული საქმიანობა, განსაკუთრებით კვლევითი საინჟინრო და სასწავლო, წარმოუდგენელია ამ თავის სათაურში მოყვანილი ცნებების და მათი გამოყენების უნარების არსებობის გარეშე.

მრავალი უცხოელი ექსპერტი და ორგანიზაცია ცდილობს დანერგოს ჩვენთან სისტემური აზროვნების საფუძვლები. ამ აზროვნების დანერგვის პროცესი ჯერჯერობით საკმაოდ ნელა მიმდინარეობს. მიგვაჩნია, რომ ჩვენი სპეციალობის სრულდენტი პირველივე კურსიდან უნდა ეუფლებოდეს ამ ცოდნას.

სისტემა. მოვიყვანოთ ერთი ანალოგია. გუნდურ სპორტულ თამაშებში მაღალი კლასის სპორტმენი, ტექნიკის გარდა ფლობს ე.წ. მოედნის ხედვას, ანუ მთლიანობაში აქვს გააზრებული და წარმოდგენილი თამაში, ყველა მონაწილის შესაძლებლობა და ნებისმიერ მომენტში განლაგება. ეს მოვლენათა განვითარების პროგნოზირების, მართვის და საბოლოო ჯამში წარმატების მიღწევის აუცილებელი პირობაა.

რა არის სისტემა? ბერძნული სიტყვა სისტემა – *συστημα*, ნიშნავს ერთად განთავსებულს, ერთიანად აღებულს, მთლიანობაში დანახულს.

შეთანხმება 3. ადამიანს შეუძლია სისტემური აზროვნება.

თუ ყურადღებით წაიკითხეთ წინა მასალა, ადვილად მიხვდებით, რომ სისტემური აზროვნება რეალობის ელემენტების და მათი ინფორმაციული ანალოგების მთლიანობაში და ურთიერთქმედებაში დანახვის უნარია. გავისხენოთ ძველებური საათი. წარმოიდგინეთ, რომ თქვენ საფოსტო ამანათის სახით გაუგზავნეთ მეგობარს დაშლილი საათი, მისი აწყობის ინსტრუქციაკი წერილით. წერილმა დააგვიანა. ამანათის გახსნისას, მეგობარს, გიორგის, შეჭველად გაუჩნდება შეკითხვა – რა გამომიგზავნეს? თუ მისი ცოდნა საკმარისია – ცალკეული *დეტალები*³⁵ უკან დაინახავს **დროის ინტერვალების გაზომვის ხელსაწყოს** ნიშნებს (დეტალებში იცნობს სისტემას) და შეეცდება ააწყოს ეს სისტემა ანუ გააერთიანოს დეტალები ერთ მთლიან ობიექტად, რომელიც შეასრულებს თავის ფუნქციას. რა თქმა უნდა, ამ სისტემის ყველა დეტალი ართმანეთთან ურთიერთქმედებაში უნდა აღმოჩნდეს იმ წესით, რომელიც მას აყალიბებს როგორც სისტემას და უნარჩუნებს არსებობას სისტემის სახით.

ამ ანალოგიიდან ჩანს, რომ სისტემას გააჩნია **სტრუქტურა და ფუნქცია**.

განვიხილოთ რამდენიმე შემთხვევა:

- გიორგის ცოდნა სავსებით საკმარისი აღმოცნდა საათის ასაწყობათ ინსტრუქციის გარეშე.
- აწყობის შემდეგ გიორგის დარჩა რამდენიმე დეტალი, მაგრამ საათი მუშაობს. გიორგიმ აღმოაჩინა სისტემისათვის დამახასიათებელი ყველა ნაწილი. დარჩენილები ან შეფუთვას ეკუთვნიან ან სხვა, სისტემისათვის არაპრინციპულ დანიშნულებას ასრულებენ.
- აწყობის შემდეგ გიორგის დარჩა რამდენიმე დეტალი და საათი არ მუშაობს. შეიძლება ვთქვათ გიორგიმ იჩქარა, ვერ გაიაზრა საათი როგორც სისტემა და შეცდა. თუ მიმართავს წიგნს, ინტერნეტს ან სხვა ინფორმაციულ საშუალებას, უსათუოდ საათს ააწყობს. დახარჯავს საკუთარ რესურსს, შეასრულებს სამუშაოს და მიიღებს ცოდნას.
- გიორგიმ კი გამოიცნო, რომ საათი მიუღია, მაგრამ მეზობელ მესაათეს მიმართა, რომელიც გარკვეულ საფასურად აუწყო საათი. რესურსი დაიხარჯა, საქმე გაკეთდა, ცოდნა ვერ შეიძინა.
- ამანათი გიორგის დას დაღის, სამხატვრო აკადემიის სტუდენტს ჩაუვარდა ხელში . . . და სულ სხვა წარმოდგენათა სისტემაში აღმოჩნდა. დაღისათვის სრულიად საკმარისი აღმოჩნდა ციფერბლატი და ისრები.

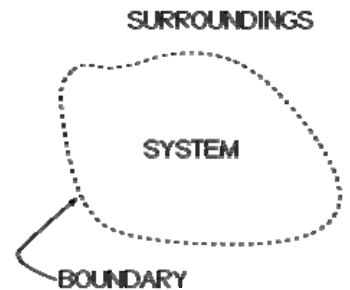


³⁵ დეტალი

ამგვარად სისტემური აზროვნება გულისხმობს ობიექტის ან მოვლენის მთლიანობაში დანახვას, მის ნაწილებთან და მათ შორის ურთიერთკავშირებთან ერთად.

სისტემური აზროვნებისას ჩვენ ვანიჭებთ სისტემას უფრო ფართო შინაარსს და განვიხილავთ იმ გარემოსთან ერთად, სადაც ხორციელდება მისი ფუნქცია.

ყველაზე დიდ სისტემას ჩვენი სამყარო წარმოადგენს. გვაქვს საშუალება ამ ყოველისმომცველი სისტემის შიგნით გამოვყოთ ქვესისტემები. ამ შემთხვევაში აუცილებელია დავინახოთ ქვესისტემის საზღვრები, ანუ სტრუქტურის, მოვლენათა, მიზანთა და ურთიერთქმედებათა ის მინიმალური საკმარისი წყება, რომელიც განაპირობებს ფუნქსიის შესრულებას. თუ რამე დავაკელით – სისტემა არ იმუშავებს.



კარგად არის ცნობილი XIII საუკუნის სპარსი პოეტის ჯალალედინ რუმის ზღაპარი სპილოსა და ბრმების შესახებ. ამ ზღაპარს ხშირად იხსენებენ როდესაც სისტემურ მიდგომაზე საუბარი. ერთერთი ვარიანტის შინაარსი ეხება “ბრმა” ექსპერტებს, რომელიც სპილოს აღწერენ. ერთის აზრით სპილო წერმოადგენს სვეტს (ფეხი), მეორეს აზრით თოკს (კუდი), მესამეს - რაღაცა ბრტყელს (ყური), მეოთხეს სქელ მილად წატმოუდგენია (ხორთუმი).

ეხლა, ალბათ უფრო გასაგები გახდა, რატომ არის საჭირო ელექტრონიკის სპეციალისტის და მისი საფუძვლების განხილვის და შესწავლის შემთხვევაში სისტემურ აზროვნებაზე საუბარი. ეს მრავალ სხვა დარგსაც, და ჩვენს სინამდვილეს ეხება.

პროექტი. განვიხილოთ პროექტი როგორც დასახული მიზნის მისაღწევად აუცილებელ ამოცანათა ერთობლივობა, რომლებიც უნდა შესრულდნენ დასახულ დროით ინტერვალში და დასახული რესურსების გამოყენებით. გასაგებია, რომ პროექტი, რამდენად კარგიც არ უნდა იყოს მიზანი და დოკუმენტაცია, თავისთავად არ იმუშავებს, თუ ეს პროცესი არ იგეგმება და იმართება ადამიანის მიერ. შეგვიძლია ვთქვათ – პროექტი რეალობის ელემენტის შექმნის წარმოსახვით ინფორმაციულ მოდელს წარმოადგენს. ამაზე საკმარისი ითქვას.

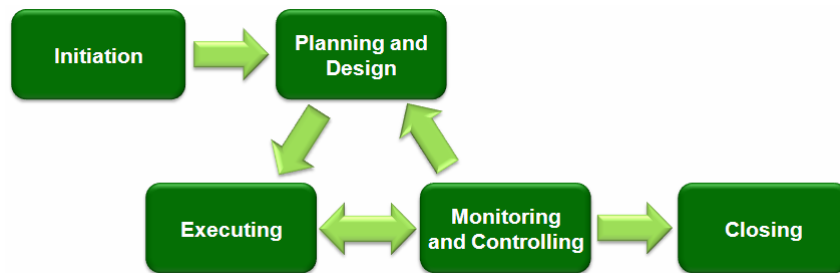
პროექტის მართვა. უცხოური სიტყვა მენეჯმენტი მართვას ნიშნავს, და მენეჯერი, უბრალოდ, მმართველია. პროცესების ან საქმიანობის (მათ შორის პროექტების) წარმატებით მართვას თავისი წესები გააჩნია. პროექტის მართვის პროცესი გულისხმობს დაგეგმარებას, განრიგების შედგენას, რაღაცის დანერგვას და გაკონტროლებას პროექტის ამოცანების შესასრულებლად რათა მიღწეულ იქნას პროექტის მიზანი. ჩამოყალიბდა ცალკე დისციპლინა პროექტის მართვა, ანუ პროექტის მენეჯმენტი, რომელიც ამ პროცესების ძირითად კანონზომიერებებს სწავლობს. ამ პროცესის ფორმალიზაცია, ანუ მათემატიკური ენით წარმოდგენა ზოგადად შეუძლებელია. თუ ეს ფორმალიზაცია მოხერხდა, იგი კერძო ალგორითმის სახით წარმოგვიდგება. ეს მართვის ამოცანა აღარ იქნება. მართვის ამოცანაში ყოველთვის გვაქვს რაღაც სახით წარმოდგენილი განუზღვრელობა, რომელიც პროცესის განმავლობაში უნდა დაზუსტდეს, რაღაცასთან შედარდეს და მინიმუმამდე დაყვანილ იქნას.

არსებობს მცდარი აზრი, რომ “მენეჯმენტი ყველგან მენეჯმენტი”, და ზოგადი კანონზომიერებების ცოდნა სავსებით საკმარისია წარმატებით

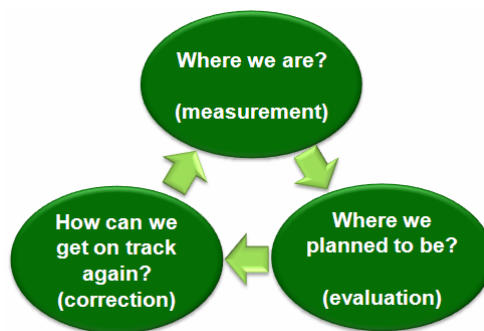
მენეჯმენტისათვის ნებისმიერ დარგში. ზოგადი ცოდნა აუცილებელი პირობაა, და არა საკმარისი. საჭიროა დარგის სპეციფიკის ცოდნა, ან/და ამ სპეციფიკის სწრაფად დაუფლება ზოგადი სისტემური აზროვნების საფუძველზე. ცნობილია, რომ ბიზნესი, უცხოეთში, ყველა ძალღონეს ხმარობს, რათა მოიწვიოს მართვაში ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებაში წარმატებით მომუშავე სპეციალისტები ან უნივერსიტეტების კურსდამთავრებულები. მათთვის მართვის საფუძველების ათვისება გაცილებით ადვილია უკვე არსებული სისტემატური ცოდნის საფუძველზე, ვიდრე მართვის ვიწრო სპეციალისტისათვის მეცნიერებათა სისტემის ათვისება. თანამედროვე საინჟინრო კადრების მომზადების სისტემა პროექტების მართვას განიხილავს სასწავლო კურსის განუყოფელ ნაწილად.

ჩემმა კოლეგამ მომიყვა მეტად საინტერესო შემთხვევის შესახებ. ერთერთ ვეროპულ ქვეყანაში, მეცნიერების სისტემის რეორგანიზაციის დროს, კოსმოსური კვლევასთან დაკავშირებულ სამეცნიერო ცენტრს მმართველად (დირექტორად) დაუნიშნეს მეტად წარმატებული მენეჯერი, რომელმაც თავისი კარიერის განმავლობაში ექსტრემალურ პირობებში შესძლო განვითარებად ქვეყნებში რამდენიმე თანამედროვე საწარმოს აშენება და გაშვება. ეს ძირითადად ცემენტის ქარხნები იყო!?. კოლეგის მონაყოლით, თითქმის ნახევარი წლის განმავლობაში, როგორც თანამშრომლები დასცინოდნენ, ახალი დირექტორი დაეხეტებოდა ინსტიტუტში და მზა პროდუქციის საწყობს ეძებდა. თანამშრომლების გასაკვირად, დღეს ინსტიტუტი უკეთესად მუშაობს, ვიდრე ამ ნიჭიერი ადამიანის სულ სხვა დარგიდან მოსვლამდე. ასეთი შემთხვევა იშვიათი გამონაკლისია.

ყოველ პროექტს გააჩნია “სიცოცხლის ციკლი”. იწყება პროექტის დაწყებით (გახსნით) და მთავრდება დახურვით, როდესაც მკაფიოდ და ცალსახად უნდა გამოჩნდეს დასახული მიზნის სრულფასოვან რეალობის ელემენტად ქცევის ყველა დამადასტურებელი ფაქტი.



ნახატი 6.1



ნახატი 6.2

პროექტის ციკლის დიაგრამაზე ცალსახად იკვეთება “მარყუქი” რომელიც შესაძლებელია არაერთხელ გამეორდეს. თუ პროექტის მონიტორინგის (დაკვირვების) და კონტროლის შედეგად ირკვევა ამოსანებთან და მიზნებთან

შეუსაბამობა, იცვლება გეგმა ან იგეგმება კონსტრუქციული ცვლილებების შემოღება. ხდება ახალი გეგმით პროექტის ცვლილებების განხორციელება და კვლავ დაკვირვება და კონტროლი. თუ შედეგი დაგეგმილს შეესაბამება, ანუ შექმნილი რეალობის ელემენტი შეესაბამება სასურველ ინფორმაციულ მოდელს, პროექტი დასასრულ – დახურვის სტადიაში გადადის.

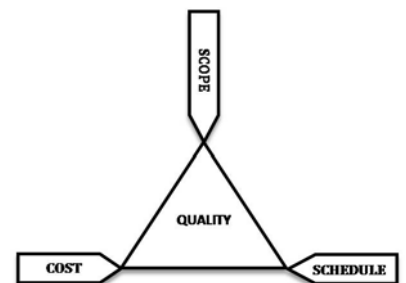
პროექტის წინა სტადიაზე დაბრუნება და ქმედების კვლავ განმეორება ე.წ. უკუკავშირის მარყუჟს ქმნის. ეს საკმაოდ ზოგადი და ფართოდ გამოყენებადი ცნებაა. მართვა ყოველთვის ითვალისწინებს უკუკავშირს, ან უკუკავშირების ერთობლიობას.

უკუკავშირის განხორციელება იწყება მონიტორინგის და კონტროლის ეტაპზე რომელიც თავისთავად შეიცავს სხვა ციკლს. ვადარებთ რა ამ ეტაპისათვის არსებულ შედეგს გეგმას, ვსაზღვრავთ მისაღებია თუ არა აღმოჩენილი განსხვავება და ვიღებთ გადაწყვეტილებას შევცვალოთ გეგმა და კვლავ განვახორციელოთ პროექტით გათვალისწინებული ქმედებები.

პროექტის შესწორება (კორექტირება), სავსებით ნორმალური მოვლენაა. მიზანშეწონილია შესწორებების კი დაგეგმვით და დაგეგმვით მათთვის საჭირო რესურსები თავიდანვე, პროექტის შედგენის სტადიაზე.

მრავალ დარგში თავიდანვე სამი უკუკავშირის ციკლი იგეგმება. პირველის დროს შეიძლება შემოწმდეს პროექტში ჩადებული გადაწყვეტილების ან იდვის რეალიზების პრინციპული შესაძლებლობა არსებული ცოდნის ან ტექნოლოგიის დონიდან გამომდინარე. მეორეზე შეიძლება შემოწმდეს, ერთმანეთთან შედარდეს და შეირჩეს საუკეთესო ტექნიკური გადაწყვეტილება, მესამეზე კი საბოლოოდ განისაზღვროს ტექნიკური მახასიათებლები და საბოლოო სახით მომზადდეს პროდუქტი.

პროექტის მართვას ყოველთვის ახლავს სხვადასხვა შეზღუდვა. შეზღუდვები ერთიანდებიან სამ ჯგუფად: პირველადი წარმოდგენები პროექტის შედეგზე, დანახარჯები და დროითი განრიგი. ეს სამი ჯგუფი საბოლოო ჯამში განსაზღვრავს პროექტის შედეგის ხარისხს. მათ ურთიერთკავშირს განიხილავენ ე.წ. პროექტის მართვის სამკუთხედის სახით. ესეც სისტემური მიდგომის შედეგია.



გაისხენეთ ჩვენი არგუმენტაცია ნახატ 5.2-ზე წარმოდგენილ სასწავლო პროცესის ხარისხთან და შედეგთან დაკავშირებით. ყველა მოსაზრება უფრო ნათლად გამოჩნდება:

- თუ ყველაფერი წესრიგში გაქვთ, და მაღალ ხარისხზე ხართ ორიენტირებული, თქვენი რესურსი, წარმოდგენილი ენერგიით და მონდომებით, და სასწავლო განრიგი, ანუ დროის დანახარჯები დაბალანსებულია;
- თუ სკოლიდან სუსტად ხართ მომზადებული, ხარისხის გაზრდა ენერგიის და მონდომების ზრდით და დროის მისაწვდომი რესურსის მობილიზაციის ხარჯზე უნდა მოხდეს (და განრიგის განძაფრებით რადგან დღეღამეში მხოლოდ 24 საათია), ანდა სუსტი ხარისხით უნდა დაკმაყოფილდეთ, რათა იგივე ენერგია და დრო დახარჯოთ სწავლაზე (და იგივე განრიგით იმუშაოდ).

ამ “რკინის სამკუთხედის” არსი სწორედ იმაში მდგომარეობს, რომ შეუძლებელია ერთ წვეროზე მოდებული პირობის შეცვლა სხვა წვეროს პირობების გარეშე.

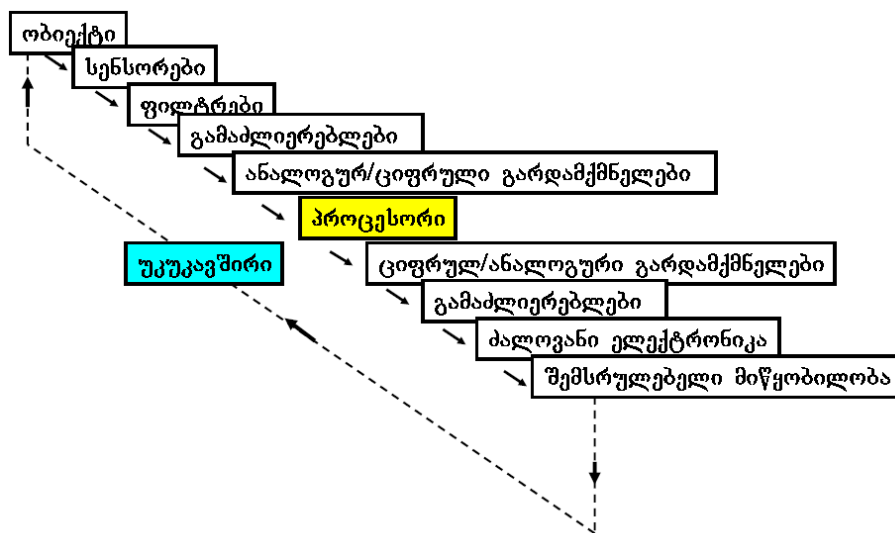
ამდგვარად, გავლილი ექვსი თავის ინფორმაცია გვაძლევს მრავალ მოსაზრებას, მაგალითს, და ურთიერთქმედების (ურთიერთგაგების) ინსტრუმენტს ეფექტურად გავაგრძელოთ კურსი და მიზანდასახულად შევქმნათ წარმოდგენა ელექტრონიკის და ელექტრონული ინჟინერიის დარგზე, როგორც სისტემაზე.

7. ელექტრონული ინჟინერია და კომპიუტერული მეცნიერება

ბოლო ოცი წლის განმავლობაში ორივე დარგი, ერთმანეთთან ურთიერთქმედებაში ისე განვითარდა, რომ პრაქტიკულად ერთ სისტემაში გაერთიანდა. ამაში არაფერი არ არის გასაკვირი, რადგან კომპიუტერული მეცნიერება, ანუ მათემატიკური გამოთვლების ტექნიკური ხერხებით ორგანიზაციის მეცნიერება, განვითარდა და ვითარდება ელექტრონული “მანქანების” დახვეწის გამო. ელექტრონიკა, თავისთავად, როგორც თითქმის სრულად მათემატიკური დარგი, დაიწყო ამ შედეგის, ანუ კომპიუტერული მეცნიერების გამოყენება საკუთარი განვითარებისათვის.

მრავალ უნივერსიტეტში არსებობს კომპიუტერული მეცნიერებისა და ელექტრონული ინჟინერიის ფაკულტეტი, ან ელექტრონული ინჟინერიის და კომპიუტერული მეცნიერების ფაკულტეტი. ეს განსხვავება მხოლოდ ფაკულტეტების განვითარების წინასტორიით არის განპირობებული. ზოგ ადგილას ელექტრონული ინჟინერიიდან იწყებოდა, ზოგ ადგილას კომპიუტერული მეცნიერებიდან.

თვით ელექტრონიკის განვითარებამ გამოიწვია ე.წ. ციფრული ტექნოლოგიის მასობრივი გავრცელება და კლასიკური ანალოგური ტექნოლოგიების გამოყენების არის შეზღუდვა.



ნახატი 7.1

ნახატი 7.1-ზე მოყვანილ სქემაში ზოგადად თავსდება თანამედროვე ელექტრონული ხელსაწყოების და სისტემების პრაქტიკულად ყველა კლასი. განვიხილოთ ეს სქემა.

რეალობის ელემენტები წარმოდგენილია ობიექტების სახით, რომლებიც ხასიათდებიან სხვადასხვა ფიზიკური ცვლადით. ელექტრონულ სენსორთა, ანუ მგრძობიარე მოწყობილობათა სახით, რომლებიც გარდაქმნიან ფიზიკურ ცვლადებს ელექტრულ ცვლადებში, გაგვაჩნია პრაქტიკულად ყველა ცნობილი ფიზიკური ცვლადის მნიშვნელობის გაზომვის საშუალება. შესაძლებელია მათი გამოყოფა სხვა ცვლადებისაგან, თუ სენსორი რამდენიმე ცვლადზე რეაგირებს, ელექტრინული ფილტრების გამოყენებით. შესაძლებელია მათი გაძლიერება სასურველ დონემდე ყველა ინფორმაციული თვისების შენარჩუნებით ე.წ. გამაძლიერებლების გამოყენებით.

ამის შემდეგ ხორციელდება ოპერაცია, რომელმაც შეცვალა პრაქტიკულად ყველა თანამედროვე ტექნოლოგიის სახე, ანალოგური სიგნალის ციფრულ სიგნალად გარდაქმნა. აქ იწყებს მუშაობას მათემატიკა და კომპიუტერული მეცნიერება. მიღებულ ციფრულ სიგნალზე ნებისმიერი მათემატიკური ოპერაციის შესრულება შეგვიძლია! ანალოგური ფილტრაციის მაგივრად, ზოგ შემთხვევაში შეგვიძლია მათემატიკურად განვახორციელოდ ფილტრაცია, ანუ ფიზიკური ცვლადების გამოყოფა/განცალკევება.

აქ მთავრდება გარდაქმნის პირველი ეტაპი, რომელიც ნათლად ცხადყოფს თანამედროვე ელექტრონული ინჟინერიის და კომპიუტერული მეცნიერების შერწყმის ფაქტს. მრავალ შემთხვევაში მხოლოდ ეს ეტაპია საჭირო და რეალიზებული.

ნახატის განხილვიდან აშკარაა, რომ გაგვაჩნია ციფრული სიგნალის ანალოგურ სიგნალად გარდაქმნის საშუალებაც. შეგვიძლია ეს სიგნალიც გავაძლიეროდ სასურველ დონემდე და მის პროპორციულად ავამუშაოდ რაიმე მძლავრი ელექტრული ხელსაწყო, მაგალითად ციფრული სიგნალის პროპორციულად ვმართოდ ელექტროძრავის ბრუნვის სიჩქარე.

თუ ეს ძრავა ცვლის ობიექტის მდგომარეობას ან მდებარეობას, შეგვიძლია ამ ფიზიკური ცვლადის მდგომარეობა განვსაზღვროდ იგივე ან სხვა სენსორის გამოყენებით, გადავიყვანოთ ციფრებში, გადავცეთ პროცესორს და მისი გამოყენებით დავიწყოთ პროცესის მართვა. რა თქმა უნდა, აქ ისევ ვიყენებთ მათემატიკის და კომპიუტერული მეცნიერების სრულ პოტენციალს. შეგვიძლია გამოვიყენოთ მართვის მათემატიკური თეორიის ყველა მიღწევა, შესავალი ინფორმაციის გამოყენებით ამოვსხნად განტოლებები და მივიღოთ გადაწყვეტილებები – შევცვალოთ პროცესის მსვლელობა.

ამ ეტაპების და მთლიანად სისტემის რეალიზაციის ტექნიკური საშუალებები ისეა განვითარებული და ეკონომიკის თვალსაზრისით ოპტიმიზირებული, რომ დაიწყო ასეთი ტექნოლოგიის დანერგვა პრაქტიკულად ყველგან, ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში.

ჩვენი კურსის შემდგომ ამოცანას წარმოადგენს ნახატზე წარმოდგენილი სისტემის დეტალური გარჩევა საკმაოდ ფართო დიაპაზონში ელემენტარული მოვლენებიდან და ცნებებიდან დაწყებული და რთული მათემატიკური ალგორითმების აღწერით დამთავრებული.