

„ადამიანი-მანქანა-გარემოს“ ინტერფეისის საინჟინრო-ფსიქოლოგიური და ერგონომიკური დაპროექტება

მოკლე შინაარსი

← 10.1. სისტემური მიდგომის გამოყენების თავისებურებები ინფორმაციული მოდელების და გარემოს დაპროექტებისას.

← 10.2. „ადამიანი-მანქანა-გარემოს“ სისტემის დაგეგმარების ეტაპები და ეკონომიკური შეფასება

← 10.3. გამომსახველობითი ინფორმაციული საშუალებების დაპროექტება

← 10.4. მართვის ორგანოების დაპროექტება

← 10.5. გამოყენებადი ინტერფეისის დაპროექტება

← 10.6. ერგონომიკური დაპროექტების ავტომატიზირებული სისტემები

← 10.7. ვირტუალური რეალობის სისტემები და ვირტუალური ინტერფეისები

10.1. სისტემური მიდგომის გამოყენების თავისებურებები ინფორმაციული მოდელების და გარემოს დაპროექტებისას

ადამიანი ყოველთვის გამოდის მთლიანი სისტემის სახით, რომელიც ჩართულია მრავალფეროვან საგნობრივ-მატერიალურ, სოციალურ და სუბიექტურ ურთიერთობებში. თითოეულ მათგანს გადამწყვეტი როლი ენიჭება მისი ქცევის, რეაქციის, ურთიერთობების და ზოგადად - საქმიანობის ეფექტიანობის ამაღლებაში. ის განსაზღვრავს შეხედულებას ადამიანის სირთულეზე, როგორც „ადამიანი-მანქანა“ სისტემის ელემენტზე. ისეთი მეთოდი, რომელიც სრულად აღწერს ადამიანს როგორც ორგანიზებულ სისტემას, არ არსებობს. ადამიანის თვისებების აღწერისათვის გამოყენებული ხერხები სხვადასხვა შეზღუდვებით ხასიათდება. ასე, მაგალითად, ფიზიოლოგია შეისწავლის ორგანიზმის ფიზიოლოგიური სისტემების ფუნქციონირებას, ბიოლოგია – ბიოლოგიური ორგანიზმის თავისებურებებს და ა.შ. განხილვის ერთი დონიდან მეორეზე გადასვლის შედეგად

რთულდება ძირითადი ცნებები და განმარტებები, კატეგორიები და ტექნოლოგიური სისტემები, ტერიტორიული გამოყენების მეთოდები და ექსპერიმენტული პროცედურები.

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემების პრაქტიკული სინთეზი ხორციელდება მეტწილად ინტუიციურ დონეზე და დამპროექტებლის შესაძლებლობებზეა დამოკიდებული - იპოვოს ყველაზე მისაღები კომპრომისი, რომელიც ხელს შეუწყობს სისტემაში ოპერატორის სისტემათაშორის ურთიერთობებს ფუნქციონირების ყველა დონეზე. ანალოგიური სისტემების შექმნის სფეროში დიდ როლს თამაშობს კონსტრუქტორის ერუდიცია და პრაქტიკული გამოცდილება. საჭიროა დასაპროექტებელ სისტემაში გამოიყოს საყურადღებო წერტილები, რომლებიც გარკვეულ გავლენას ახდენენ საწარმოო პროცესში ჩართული ოპერატორის ფსიქიკაზე.

სისტემური მიდგომა წარმოადგენს სამეცნიერო-ფილოსოფიურ მეთოდოლოგიურ პრინციპებს, რომელიც იძლევა ადამიანის შესახებ სისტემატიზებულ ცოდნას, ვიდრე დაპროექტების პროცედურები. მეცნიერებაში ზოგი მათგანი არასაკმარისადაა დამუშავებული. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ აუცილებელია განვიხილოთ ის, როგორც მთლიანი სისტემა. დღესდღეობით არსებობს სისტემური ანალიზის მხოლოდ პროცედურები – რთული სისტემის ელემენტებად დაშლა. საპირისპირო ამოცანა – სისტემური სინთეზი უფრო ნაკლებად განსაზღვრულია. ცნობილია მხოლოდ საერთო მეთოდოლოგიური პრინციპები, რომელშიც შეისწავლება:

- განათლების მთლიანი კანონები;
- მთლიანი კანონების აგება;
- მთლიანი კანონების ფუნქციონირება;
- მთლიანი კანონების განვითარება;
- ძირითად სისტემებთან დამოკიდებულების გამოვლენა;
- სხვა სისტემებთან დამოკიდებულების გამოვლენა;

➤ გარე სამყაროსთან ურთიერთშემოქმედების გამოვლენა და ა.შ.

სისტემური მიდგომის ძირითადი პრინციპების მიხედვით, სისტემა ურთიერთდაკავშირებული ელემენტების ერთობლიობას წარმოადგენს. ეს ერთობლიობა გარკვეულ ფუნქციას ასრულებს. ნებისმიერი სისტემა შეიძლება რაიმე უფრო დიდი სისტემის შემადგენელ ნაწილად იქნეს განხილული, მაგალითად, ავტომობილის კარბურატორი ძრავის ქვესისტემაა და ამავდროულად ის ავტომობილის ქვესისტემაა. სისტემის ფუნქციონირების თავისებურების დასადგენად მასში შემავალი ელემენტების ურთიერთდაკავშირების და საკუთრივ სისტემასთან, როგორც მათ გარემოსთან ურთიერთობა უნდა გაეიაზროთ. შეიძლება დაგვეხატოს კითხვები: როგორ დავადგინოთ სისტემის საზღვრები და რა მივიჩნიოთ სისტემის ქვესისტემად? ორივე კითხვაზე არასწორი პასუხი, რასაკვირველია, შეცდომის საწინდარია. ერგონომიკაში ძირითადი აქცენტი სწორედ ადამიანი-მანქანა სისტემებზეა გადატანილი. ადამიანი-მანქანა სისტემაში იგულისხმება, რომ ადამიანი-ოპერატორი ან ოპერატორების ჯგუფი ერთიან სისტემას აყალიბებენ, რომლის საშუალებითაც სრულდება სამუშაო. ოპერატორი და მანქანა ერთიან სისტემას ქმნიან, ამდენად მანქანის ცალკეული ნაწილები, ადამიანის ფსიქო-ფიზიოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით უნდა დაგვემარდეს.

სისტემური სინთეზის პროცესში წარმოიქმნება ახალი სისტემური თვისებები, რომლებიც არ გააჩნიათ მასში შემავალ ქვესისტემებს. მათი წარმოქმნის კანონები უცნობია და მხოლოდ იმ შემთხვევაში გახდება ნათელი, თუ სისტემები განხილული იქნება როგორც იერარქიულად ურთიერთდაკავშირებული ზემოქმედების მთლიანობა.

სისტემური განხილვა გეთავაზობს საანალიზო ობიექტებში “ფუნქციების” გამოყოფას, რომლებიც მიმართულია შორეული შედეგების მიღებაზე, “სტრუქტურები” – კომპონენტების ერთიანობაა, სისტემების ელემენტებია, “მიზნები” – მისაღები შედეგების სახეებია.

სისტემური მიდგომის იდეის პრაქტიკულად რეალიზაცია შემოქმედებითი ხასიათისაა და მიმართულია იქეთკენ, რომ დაასრულოს მოთხოვნილი სისტემის დაპროექტების პროცესი.

10.2. „ადამიანი-მანქანა-გარემოს“ სისტემის დაგეგმვასთან დაკავშირებული ეკონომიკური შეფასება

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემების დაგეგმვების და გამოყენების ეფექტიანობის განსაზღვრამდე საჭიროა ჯერ გავვცნოთ „ადამიანი-მანქანა“ სისტემის დაპროექტების ეტაპების თავისებურებებს, ხოლო შემდეგ მისი მოქმედების ეფექტიანობის (ეკონომიკური, საინჟინრო-ფსიქოლოგიური და სოციალური) შეფასებების საკითხებს შევეხეთ.

ადამიანი-მანქანა სისტემის დაპროექტება შემდეგ ეტაპებს მოიცავს:

1. სისტემის წინაშე მდგარი ამოცანების ანალიზი. ეს ეტაპი სისტემის სტატისტიკური და დინამიკური თვისებების დახასიათებას მოიცავს, მასში შემავალი და გამოძავალი ინფორმაციების ნაკადის ანალიზს შეადგენს, ამიტომ ხდება იმ ნაწილების დადგენა, რომლებიც შემავალ სიგნალებს გამოძავალ სიგნალებად გარდაქმნიან. ამ შემთხვევაში ადამიანის შესაძლებლობების და ტექნიკური საშუალებების წინაშე მდგარი ამოცანების გადაწყვეტის გზების ზოგად შეფასებებთან გვაქვს საქმე.

2. ადამიანსა და მანქანას შორის ფუნქციების განაწილება. ამ ეტაპზე ფუნქციების განაწილება ოპერატორისა და მანქანის შესაძლებლობების ურთიერთშედარების საფუძველზე ხდება. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის, რომ სისტემის კონკრეტული კრიტერიუმების მიხედვით ხდება ოპტიმიზირება, რომ მხოლოდ ერთი რაიმე კრიტერიუმის თვალსაზრისით იყოს ეფექტიანი, ხოლო რაიმე სხვა კრიტერიუმის მიმართ ის არაოპტიმალური აღმოჩნდეს. ამიტომ ოპტიმიზირების შესახებ მიზანშეწონილია ზოგადი კრიტერიუმებით ვიმსჯელოთ. დაზუსტებით ამ ამოცანების გადაწყვეტა მათემატიკური პროგრამებით ხორციელდება.

3. სისტემაში ოპერატორის და ჯგუფური მოქმედების დაგეგმვა. ამ ეტაპზე ოპერატორებს შორის ცალკეული ფუნქციების განაწილება მიმდინარეობს. საკითხის გადაწყვეტის დროს ჯგუფის სტრუქტურისა და ოპერატორებს შორის კავშირების მაქსიმალურ გამარტივებას ცდილობენ, რათა ოპერატორების გადატვირთვა გამოირიცხოს. ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ოპერატორებს შორის ფუნქციების განაწილების

ეტაპზე ხორციელდება შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა: სამუშაო ადგილების ფორმის და რაოდენობის დადგენა; ოპერატორის მიერ გადასაწყვეტი სამუშაო ამოცანების გამოყოფა; ცალკეულ ოპერატორებს შორის საინფორმაციო კავშირების გამოვლენა.

4. „ადამიანი-მანქანა“ სისტემის ტექნიკური საშუალებების დაგეგმარება. ამ ეტაპზე ხდება ტექნიკური საშუალებების, ინფორმაციის ასხევის საშუალებების, სამუშაო ადგილების ზოგადი პროექტების შექმნისათვის საჭირო საშუალებების დაგეგმვა და სხვ. ასევე ხდება ოპერატორის დასაშვები მოქმედების ნორმების, გავარჯიშებისა და დასწავლის მეთოდების დადგენა-შემუშავება.

5. სისტემის გარეგანი და შინაგანი თავსებადობის შემოწმება ამ ეტაპზე სისტემის ძირითადი მახასიათებლები (სანდობა, სწრაფმოქმედება, ღირებულება და ა.შ.) ფასდება. გარდა ამისა, ხდება ოპერატიული და დამხმარე პერსონალის, სისტემის კონსტრუქციის და ოპერატორის სამუშაო ადგილის შემოწმება, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში ხორციელდება შემუშავებული პროექტის დაზუსტება და კორექტირება.

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემის დაპროექტების საბოლოო მიზანს მთლიანად სისტემის ეფექტიანი ფუნქციონირება წარადგენს, რომელიც დამოკიდებულია დაგეგმილი მახასიათებლების არა ცალკეულ დონეებზე, არამედ მთლიანი სისტემის რეალიზებაზე.

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემის საინჟინრო-ფსიქოლოგიურ მოთხოვნებთან შესაბამისობის შეფასება შეიძლება გავიაზროთ ბ. ლომოვის მიერ მოცემული სქემის მიხედვით. (ნახ. 1).

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემის დაპროექტებაში დიდი როლი ეკონომიკურ შეფასებას ენიჭება, რომელშიც საინჟინრო-ფსიქოლოგიური პროექტის ეკონომიკური მნიშვნელობისა და მისი დანერგვის შესაძლებლობის დასაბუთება იგულისხმება. ამგვარ შეფასებას საინჟინრო-ფსიქოლოგიური ღონისძიებების მხოლოდ გარკვეული ნაწილი ექვემდებარება, ხოლო როდესაც ამის განხორციელება შესაძლებელია, მისი მიზანი შემდეგში მდგომარეობს:

1. პროექტის დანერგვის მიზანშეწონილობის დასაბუთება;
2. ადამიანი-მანქანა სისტემის ფუნქციონირების ზოგად ეფექტიანობაზე დანერგვის

შედგენების გავლენის დადგენა;

3. პროექტის დამგეგმავი ორგანიზაციების საქმიანობის შეფასება;

4. პროექტის დანერგვისათვის სათანადო ანაზღაურების განსაზღვრა და თანამშრომლების მატერიალური წახალისება.

საინჟინრო-ფსიქოლოგიური პროექტის ეკონომიკური შეფასების საფუძველს დანახარჯების ღირებულების განსაზღვრა წარმოადგენს. ეს დანახარჯები ორ მაჩვენებელს გულისხმობს.: 1. კაპიტალურ დაბანდებას D და 2. მიმდინარე ხარჯებს C (სამრეწველოს ან საექსპლოატაციო) ეს ცვლადები განსხვავებულ ეკონომიკურ სიდიდეებს წარმოადგენენ. ერთიან მაჩვენებლად მათი დაყვანის მიზნით შემდეგი ფორმულით სარგებლობენ:

$$W = C + E_H D_K \quad (1)$$

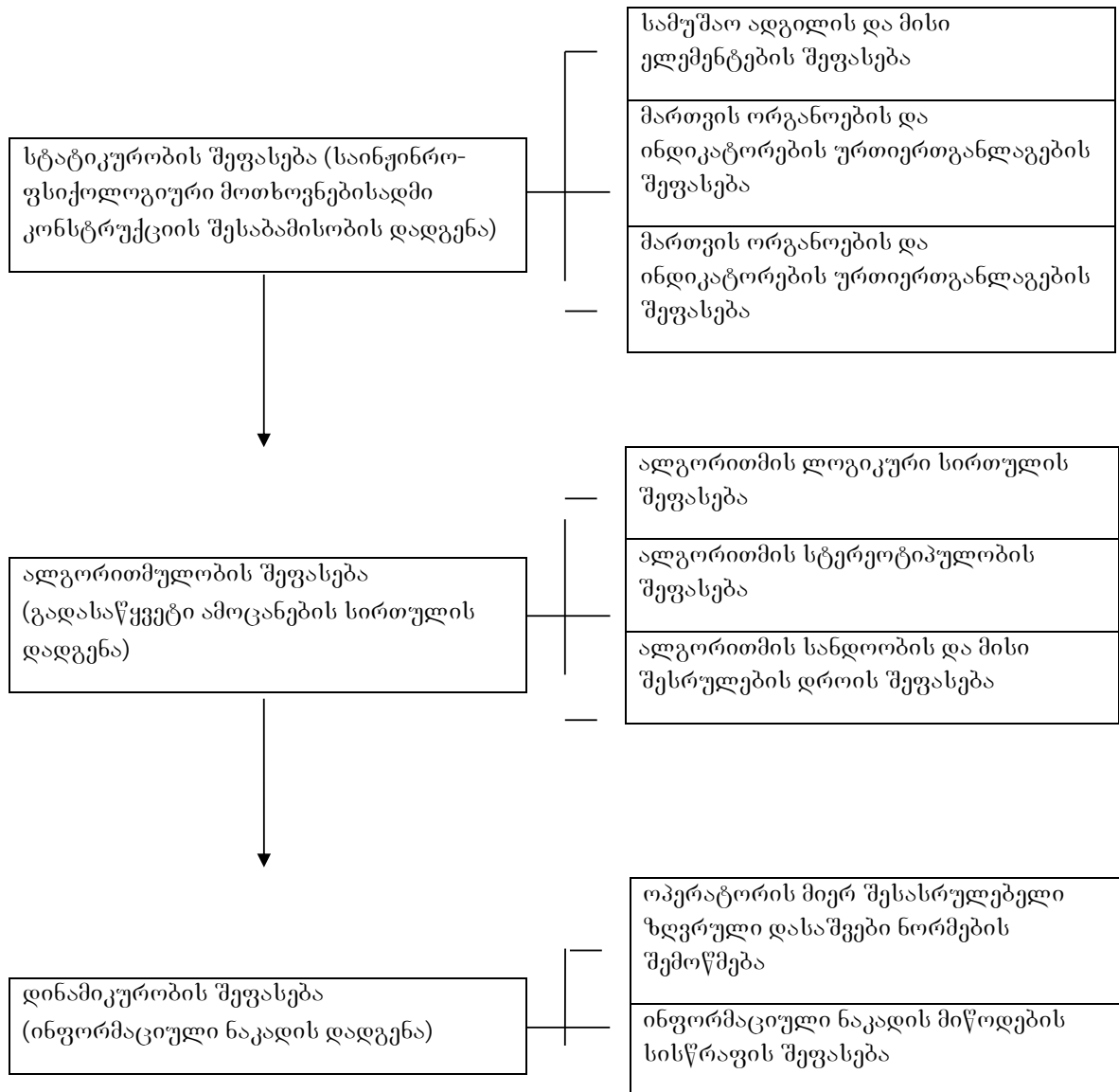
სადაც, E_H - ეკონომიკური ეფექტიანობის ნორმატიული კოეფიციენტი ერთი წლის მანძილზე.

„ადამიანი-მანქანა“ სისტემის პროექტის ეკონომიკური შეფასების დროს ძირითადი მაჩვენებლის როლში გამოდის წლიური ეკონომიკური ეფექტის, პროექტზე გაწეული ხარჯების ანაზღაურების ვადა და მისი ეკონომიკური ეფექტიანობის კოეფიციენტი, ასევე შეიძლება გამოვიყენოთ მისი დანერგვის შედეგად შრომის ნაყოფიერების ზრდის მაჩვენებლები. პროექტის წლიური ეკონომიკური ეფექტის დასადგენად საბაზო და საპროექტო სისტემებზე წლიურ დანახარჯებს შორის სხვაობა უნდა გამოვთვალოთ შემდეგი ფორმულით:

$$E = (C_1 + E_H D_{K1}) \text{sap.} - (C_2 + E_H D_{K2}) \text{sab.} \quad (2)$$

სადაც, C_1 და C_2 შესაბამისად, პროექტის დანერგვამდე და დანერგვის შემდეგ მიმდინარე ხარჯებს ასახავს.

D_{K1} და D_{K2} დანერგვამდე და დანერგვის შემდეგ კაპიტალდაბანდება. საინჟინრო-ფსიქოლოგიური პროექტის ეკონომიკური ეფექტიანობის შეფასებისათვის ხარჯები მიღებულ ეფექტს უნდა შევადაროთ. პროექტის დანერგვა მაშინ არის მიზანშეწონილი, როდესაც ეკონომიკური ეფექტი გაწეულ ხარჯებს აჭარბებს.



ნახ. 1. ადამიანი-მანქანა სისტემის საინჟინრო-ფსიქოლოგიურ მოთხოვნებთან შესაბამისობის შეფასება.

10.3. გამომსახველობითი ინფორმაციული საშუალებების დაპროექტება

ოპერატორის ინფორმაციის აღქმისა და გაერცვლებისათვის აუცილებელია ტექნიკური მოწყობილობები, რომელსაც ეწოდება ინფორმაციის გამომსახველობითი საშუალებები. აღქმის ორგანოების მიხედვით განასხვავებენ: ვიზუალურ, სმენით, შეხებით და გამოსახვის სხვა საშუალებებს.

საქმიანობაში უდიდეს როლს და დატვირთვას იძენს ვიზუალური გამოსახულებითი საშუალებები, რომლებიც მიეკუთვნება დისპლეის. განასხვავებენ მექანიკურ დისპლეის-ცი-

ფრობრივ მრიცხველებს, უძრავი სკალით და მოძრავი ისრით; სურათოვან დისპლეის-ვიდეო-დისპლეი, პოლიგრაფიული დისპლეი, როგორც ფერადი ისე შავ-თეთრი გამომსახველობით.

მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ წარსადგენი ინფორმაციების სახეები, კოდირების ფორმები, მეთოდები და სივრცობრივი განაწილება.

კოდების ნიშნების აგებისას მხედველობაში მიიღება შემდეგი მოთხოვნები:

- ალფაბეტური ნიშნებით აგებისას აუცილებელია ალფაბეტის სიმბოლოების ზუსტი და თანმიმდევრული კლასიფიკაცია;
- ობიექტის ძირითადი საკლასიფიკაციო ნიშანი (ფიქსირდება) კოდირდება ტირ-

ით, რომელშიც დაფარულად აღინიშნება ფიგურა;

- ნიშანს უნდა ჰქონდეს არა მარტო ტირე, არამედ აგრეთვე დამატებითი დეტალები;
- დამატებით დეტალებმა არ უნდა გადაკვეთოს ან დაამახინჯოს ძირითადი სიმბოლოები;
- მისაღებია გამოყენებული იქნეს სიმეტრიული სიმბოლოები, რამდენადაც ისინი უფრო იოლად ათვისებადია და მეტად რჩებიან ოპერატიულ და ხანგრძლივ მესიერებაში;
- მისაღებია გამოყენებული იქნეს “ნატურალური” ურთიერთდამოკიდებულება ობიექტის კოდირებულ სახესა და სიგნალის პარამეტრებს შორის.

ფერადი კოდირებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ ფერის ემოციური მნიშვნელობა, ისეთის, რომელსაც ხშირად იყენებენ საშიშროების აღმნიშვნელ სიგნალებად. საერთაშორისო სტანდარტებით საშიშროების აღმნიშვნელ სიგნალებად ითვლება ცხელი ფერები (ტონები), უშიშროებისას - ცივი. საშიშროების ხარისხს აღნიშნავენ სხვადასხვა ფერებით. წითელი-მოქმედების შეწყვეტის მოთხოვნა; ნარინჯისფერი-სერიოზული საშიშროების გაფრთხილება; ყვითელი-“ყურადღება! ფრთხილად!”, მწვანე-საშიშროების უქონლობა, ცისფერი-გაფრთხილება, რომ ოპერატორმა არ დაიწყოს მოქმედება. გარდა ამის მოცემივე წითელი ფერი აღნიშნავს სასწრაფოდ სამოქმედო სიტუაციებს.

ფერადი კოდი სასარგებლო შეიძლება იყოს შემდეგ შემთხვევებში:

- თუ დისპლეი არ არის გრაფირებული; მაღალია სიმბოლოების სიმკვრივე;
- ოპერატორი იძულებულია ინფორმაციები მოიძიოს მონაცემთა ფართო ბაზაში.

ფერებით მთლიანი სიტყვის ან ფონის კოდირება უკეთესად ხდება, ვიდრე სიმბოლოებით ან გარკვეული ნიშნებით.

რამდენადაც თვალის ბადურის პერიფერია არ რეაგირებს მწვანე და წითელ ფერებზე.მათ არ იყენებენ დისპლეის ნაპირებზე. ყვითელი და ცისფერი კარგი პერიფერიული ფერებია, თუმცა ცისფერი არ ექვემდებარება ნიშნებისა და წვრილ ხაზების გამოყენებას. ზოგი დამატებითი ფერები, მაგალითად, წითელი-მწვანე და

ყვითელი-ცისფერი წარმოადგენენ კარგ კომბინაციებს ფერადი დისპლეისათვის.

მცირე დეტალების გამოსახვისათვის არაა საჭირო მკვეთრი ლურჯი ფერის გამოყენება. ლურჯი ფერი კარგია ფონისათვის გამოსაყენებლად.

მხედველობითი ინფორმაციების აღქმის გასაუმჯობესებლად მისი ორგანიზებულობისათვის იყენებენ შემდეგ თვისებებს:

- შემჩნევითობა - შეტყობინებამ უნდა მიიქციოს ყურადღება და განლაგდეს ოპერატორის დაკვირვების ზონაში. ყურადღებაზე გაველენას ახდენს შემჩნევითობა და ნიშნის გამოყენებითობა;
- გამოყოფა - განსაკუთრებით საჭირო სიტყვა შეიძლება იყოს ხაზგასმული, გამუქებულ ან გადიდებულ ზომებში;
- სიმკვეთრე - შეიძლება გაძლიერდეს ფონისა და ნიშნების კონტრასტის გარკვევით შეტანილი შრიფტის მიხედვით.
- საზრიანობა - აუცილებელია მიეცეს ნათელი ახსნა, რაში მდგომარეობს საშიშროება და რა შეიძლება მოხდეს, თუ გაფრთხილება იქნება უგულვებელყოფილი. შეტყობინება უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად მოკლე, ინსტრუქციის მიხედვით ზუსტად შესრულებადი;
- ხილვადობა - ნიშნები უნდა იყოს ადვილად შესამჩნევი ნებისმიერი სამუშაო განათებულობის დროს;
- სტანდარტულობა - მიზანშეწონილია მიღებული იქნეს სტანდარტული სიტყვები და სიმბოლოები.

დისპლეიზე ტექსტური ინფორმაციის აღქმისათვის დიდ როლს თამაშობს ციფრების და ასოების შრიფტი. ასოების სიმაღლე და დაშორება არ უნდა იყოს 1:6-დან და 1:8 შავი ასოების თეთრ ფონზე და 1:8-დან 1:10-მდე თეთრი ასოების შავ ფონზე.

ასოების და ციფრების სიმაღლე დამოკიდებულია დამკვირვებლის დაშორებაზე, გარშემო განათებასა და ინფორმაციის საჭიროებაზე.

მაგალითად, 35სმ დაშორებისას რეკომენდებულია: ასოების სიმაღლე შეადგენდეს 2,3მმ მცირე მნიშვნელობისას და 4,3მმ საჭირო ინფორმაციებისას.

მხედველობითი ინფორმაცია საჭიროა განლაგდეს პირდაპირ მხედველობის არეში,

რადგან ძირითადი ინფორმაცია - ცენტრშია, ხოლო მეორე ხარისხოვანი და საცნობარო - პერიფერიებში. კონსტრუქციული თვისებების უმრავლესობა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის მხედველობითი არხის ეფექტიან მუშაობას, წარმოდგენილია საცნობარო ხელმძღვანელობასა და ერგონომიკურ სტანდარტებში, რომლებიც წარმოადგენენ ფსიქოლოგიური დაპროექტების ძირითად საფუძვლებს.

სმენითი საშუალებები გავრცელებულია ინფორმაციებისათვის მხედველობით საშუალებებთან ერთად შემდეგ შემთხვევებში:

- თუ შეტყობინება მარტივია;
 - შეტყობინება მოკლეა;
 - შეტყობინებისათვის არაა საჭირო შემდგომში უკან დაბრუნება;
 - შეტყობინებაში ასახულია ის მდგომარეობა, რომელიც გაწერილია დროში;
 - ოპერატორის მხედველობითი სისტემის გადატვირთვისას;
 - ოპერატორის მუშაობა მოითხოვს გადაადგილებებს სამუშაო სივრცეში გამაფრთხილებელი ხმოვანი სიგნალების შერჩევით.
- აუცილებელია გაითვალისწინოთ:
- სიგნალის სიმაღლე, რომელიც შერჩეული უნდა იქნეს 150-1000ჰც დიაპაზონიდან;
 - სიგნალებს უნდა ჰქონდეს ჰარმონიული სიხშირული კომპონენტები;
 - სიგნალებს უნდა ჰქონდეთ არანაკლებ ოთხი აუცილებელი სიხშირული კომპონენტი, რაც ამცირებს სხვა სიგნალებიდან გადართვის რისკს.

აუცილებელია სწრაფად დაშორება სიგნალისაგან, რამდენადაც ეს მიიღება როგორც დარტყმა, რომლისაც ახლავს ხმოვან შოკს. ბევრ შემთხვევაში ყურადღების მისაქცევად და სივრცობრივი ორიენტაციის დასაჭერად ოპერატორისათვის გამოყენებულია ბინუალური ეფექტი, რომელიც უკეთესად გამოვლინდება საშუალო და მაღალი სიხშირის ხმოვან დიაპაზონში.

ხმოვანი შეტყობინებების გამოყენებისას მნიშვნელოვანია გარკვეულობა და სიტყვის სემანტიკა. განასხვავებენ ერთმნიშვნელოვან და სინთეზურ სიტყვებს. მეორის აღქმის თავისებურება დამოკიდებულია სინთეზირულ მოწყობილობის ტიპზე. სიტყვიერი შეტყობინება უმთავრესად გამოყენებულია ნორმალური პირობების დარღვევისას, ხოლო სიგნალები -

ავარიული და კრიტიკული სიტუაციებისას.

ინფორმაციის გასაგრცელებლად ტაქტიკური საშუალებები გამოიყენება იშვიათად. ცნობილია მათი როგორც დამატებითი არხების გამოყენება და იმ დროს, როდესაც შეუძლებელია მხედველობითი და სმენითი საშუალებების გამოყენება.

10.4. მართვის ორგანოების დაპროექტება

მართვის ორგანოები თავისთავად წარმოადგენენ “ადამიანი-მანქანა” სისტემის ინტერფეისის ელემენტებს, რომელთა დახმარებით ადამიანი გადასცემს მექანიკურ ენერგიას ან ინფორმაციას სისტემის ტექნიკურ ნაწილს მართვის ავტომატური ფუნქციის შესასრულებლად. ორგანიზაცია, შერჩევა და მართვის ორგანოების განლაგება ხორციელდება ადამიანის ავტომატური, ანთროპომეტრული, ბიომექანიკური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით. ასევე გაითვალისწინება მართვის ორგანოებთან ოპერატორის საქმიანობის ალგორითმული თავისებურებები, მმართველობის სახე, მისი დინამიკური და ზუსტი მახასიათებლები. ოპერატორის საქმიანობა განსაზღვრავს მართვის საშუალებების არჩევანს.

მართვის ორგანოებს განასხვავებენ შემდეგი თვისებებით:

- დანიშნულების მიხედვით: მართვის რეჟიმის დაყენებით ინფორმაციის შესატანად;
- მოძრაობის (მოქმედების) ხასიათის მიხედვით: დოზირებული მოძრაობა, მოძრაობის მოთხოვნით და მოძრაობაში ჩართვის გარეშე;
- გამოყენების ხასიათის მიხედვით: ოპერატიული, ეპიზოდურად ან პერიოდულად გამოყენებული;
- კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით: ღილაკები, გადამრთველები, შტურვალი, მანიპულიატორები;
- მნიშვნელობის მიხედვით: მთავარი, დამხმარე.

მართვის ორგანოების კონსტრუქციაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს ადამიანის მოძრაობის სტერეოტიპები (იხ. ცხრ. 2.)

მართვის ორგანოების მოქმედების ნაირსახეობა მოცემულია სხვადასხვა ცნობარებსა და ნორმატიულ დოკუმენტებში, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ მართვის ორგანო ჯერჯერე-

ცხრილი 2. მართვის ორგანოებზე ზემოქმედება

მართვის ობიექტის მოძრაობა (მდგომარეობა)	სახელმწიფოს მოძრაობა	შტურვალის მქნევარის სახელმწიფოს ბრუნვა	კლავის დილაკზე დატვირთვა
“ნართულია” “გაშვება” “გადიდება” “აწევა” “გახსნა” “წინ” “მარჯვნივ”“მარცხნივ”	ჩემგან ზემოთ მარჯვნივ	საათის ისრის მიმართულებით	ზემოთა, პირდაპირ, მარჯვნივ

ობით შექმნილი არ არის. ყველა საპროექტო ორგანიზაცია ხელმძღვანელობს საკუთარი გამოცდილებით და ტრადიციებით. მაგალითად, ავტომობილში – ეს არის საჭე, თვითმფრინავში – შტურვალი და მართვის სახელმწიფო და ა.შ.

ოპერატორის სამუშაო ადგილზე მართვის ორგანოების განლაგება და ინფორმაციის გადაცემა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მისი საქმიანობის ეფექტიანობას. აღსანიშნავია არანაკლებ მნიშვნელოვანი კრიტერიუმები, რომლებიც გასათვალისწინებელია სამუშაო სივრცის ორგანიზაციის დროს. ასეთებია:

- ძრავის სივრცითი ზომები;
- მამოძრავებელ-ფიზიოლოგიური ზღვრული პირობები (სიზუსტის, სიჩქარის, ძალის, ბრუნვითი მოძრაობის და ა.შ.) ურთიერთქმედების პირობები;
- შემაჯავლი ინფორმაციის სიხშირე და მნიშვნელობა;
- მხედველობითი და სმენითი უკუკავშირის შესაძლებლობა;
- მართვის ალგორითმი (მოქმედების თანმიმდევრობა);
- ტექნიკური სისტემის ან დისპლეის სივრცითი შეთავსება;
- შემთხვევითი მოქმედებების საწინააღმდეგო გარანტიები;
- ჯდომის და დგომისას შესრულებული მოქმედებები.

გასათვალისწინებელია ოპერატორის სქესი, რამდენადაც მამაკაცისა და ქალის შესაძლებლობები სხვადასხვაა.

მართვის პანელზე დიდი რაოდენობით ხელსაწყოების განლაგების შემთხვევაში, გამოიყენება დაჯგუფების მეთოდი. ამა თუ იმ ხელსაწყოს მიერ ალგორითმის შესრულების

დროს ითვალისწინებენ მიმართვის სიხშირეს. ხშირად გამოყენებადი მართვის ორგანოები და ინდიკაციები უნდა განლაგდნენ ცენტრალურ ნაწილში, ხოლო იშვიათად გამოყენებადი – პერიფერიებში. ცენტრალურ ნაწილში ასევე განლაგდნენ საავარიო, მართვის და აღქმის საშუალებებს. აუცილებელია დაცული იქნეს დისტანცია მართვის ორგანოების სახეებსა და ინდიკაციებს შორის ინტერფერენციის და არევის მოვლენების შემცირების მიზნით.

მართვის ორგანოების დინამიურობის მახასიათებლები უნდა შეესაბამებოდეს ადამიანის მოქმედების სიჩქარის უნარის ხარისხს. “ადამიანი-მანქანა” სისტემა უნდა შეესაბამებოდეს მართვის ორგანოებთან და ინდიკაციებთან შემთხვევით წარმოქმნილ მოულოდნელ სამუშაო რეჟიმებს, რათა დაცული იქნეს არასასიამოვნო შედეგებისგან.

სამუშაო ადგილის ფერადი და ერგონომიკური შესრულება არ უნდა წარმართოს ოპერატორის გადაღლით, მონოტონური და ჰიპნოზური ფაზების მდგომარეობაში.

10.5. გამოყენებადი ინტერფეისის დაპროექტება

უკანასკნელ პერიოდში “ადამიანი-მანქანა” სისტემის ინჟინერულ-ფსიქოლოგიური დაპროექტების ძირითად ობიექტად ითვლება ადამიანსა და მანქანას შორის კავშირი – ინტერფეისის სისტემა.

ინტერფეისის მრავალ სახეობათა შორის, რომლებიც დაკავშირებულია მართვის ტექნიკურ სისტემებთან, განსაკუთრებით გამოყოფენ გამოყენებად ინტერფეისებს (სერ ინტერფეისე). ისინი აერთიანებენ პროგრამის კომპონენტებს

და ელემენტებს, რომლებზეც მომხმარებელს შეუძლია კომპიუტერული სისტემით ზემოქმედება. ესაა ინფორმაციის აღქმის საშუალებები, ინფორმაციის წარდგენის კოდები და ფორმატები, საცნობარო ან სხვა გზებით მიღებულ მონაცემთა შესვლა-გამოსვლის ტექნოლოგიები, რომლებიც აუცილებელია სისტემასთან მუშაობისათვის.

ამ კლასის ინტერფეისის ყველაზე ცნობილი სისტემები დაკავშირებულია მომხმარებლის კომპიუტერულ გრაფიკულ ინტერფეისთან ან ე.წ. WI (Windows-იცონს-ენუს-ოინტ-დევისე) ინტერფეისთან. მათში გამოიყენება მომხმარებლისათვის მიჩვეული საოპერაციო სისტემა Windows და აცინტოს ფანჯარა, მენიუ, პიქტოგრამები, ვიზაჟები და ორგანიზაციული ურთიერთობის საშუალებები კლავიატურისა და მანიპულიატორი “თაგუნას” სახით. ეს სისტემები ფართოდაა გავრცელებული კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებულ ყველა სფეროში, მათ შორის რთული “ადამიანი-მანქანა” სისტემის მართვისას.

ინტერფეისის შემდეგი სახეობაა – ინტერფეისი პირდაპირი მანიპულაციით, რომელშიც ობიექტების მართვა ხორციელდება უშუალოდ ფიზიკური ზემოქმედებით და არა ბრძანების შეყვანით.

პერსპექტივაში მოსალოდნელია ბუნებრივ (ადამიანზე ორიენტირებული), ინტერფეისების სისტემებზე გადასვლა რომელშიც გამოყენებული იქნება ადამიანური ურთიერთობების მექანიზმები და ფსიქოფიზიოლოგიური სისტემები. ასეთი სისტემების პროტოტიპებია – “ადამიანი-მანქანა” სისტემის ურთიერთობა ბუნებრივ ენაზე; სისტემები, რომლებიც მართვისათვის გამოიყენებენ ფსიქოფიზიოლოგიურ პარამეტრებს; ბიონური სიმბიოზები (ორგანიზმის მუშაობაში ტექნიკური ელემენტების ჩანერგვა); ვირტუალური ინტერფეისების სისტემები – ასეთ სისტემებში გამოიყენება 3 გრაფიკები, ნანოტექნოლოგიები და მიკროსისტემური ტექნიკა.

სამომხმარებლო ინტერფეისის ერგონომიკური დაპროექტების პროცესი ხორციელდება პროგრამული პროდუქტების ტესტირებით და მოიცავს შემდეგ ეტაპებს:

- მომხმარებლის საქმიანობის ანალიზი;
- მომხმარებლის სამუშაო ადგილის მოწყობა ფორმირდება მომხმარებლის მოთხოვნის და მოქმედების შესაძლებლობების შესაბამისად, ინტერფეისის შერჩევის შეფასების მიხედვით;

- მომხმარებლის სამუშაო სცენარის დამუშავება პროგრამის წინასწარი შეფასებითა და კორექციით;
- სამომხმარებლო ინტერფეისის პროტოტიპის დამუშავება, მისი გადაყვანა სამუშაო ვარიანტში;
- სამომხმარებლო ინტერფეისში რეალიზებული პროგრამის ტესტური ვერსიის შექმნა;
- მომხმარებლის დამხმარე საშუალებების დამუშავება (დახმარება, ლექსიკონი, აზრები და ა.შ.);
- ტესტური ვერსიის იუზაბილიტი;
- მომხმარებლის სასწავლო პროცესისათვის დოკუმენტაციის მომზადება და ფინალ-რელიზის დამუშავება;
- ნებისმიერი ინტერფეისისათვის არსებობს ხარისხის ოთხი ძირითადი მაჩვენებელი:
- ინტერფეისის შესაბამისად ჩადებული დავალები;
- მომხმარებლის მუშაობის სიჩქარე;
- მომხმარებლის მიერ დაშვებული შეცდომების რაოდენობა მოცემულ ინტერფეისთან მუშაობისას;
- მომხმარებლის დაკმაყოფილების ხარისხი.

ეს მაჩვენებლები ფასდება სამომხმარებლო ინტერფეისის დაპროექტების ყველა ეტაპზე იუზაბილიტის ტესტირების პროცესში.

10.6 ერგონომიკური დაპროექტების ავტომატიზირებული სისტემები

ერგონომიკური დაპროექტების ეფექტიან საშუალებას წარმოადგენს ავტომატიზირებული დაპროექტების სისტემები, რომელიც შედგება ე.გ.მ- საგან, გრაფიკული შეყვანა - გამოყვანის მოწყობილობებისაგან და სხვადასხვა პროგრამული უზრუნველყოფის პაკეტებისაგან. კონკურენცია ბაზარზე სამრეწველო წარმოებას აიძულებს შეამციროს დაპროექტების ვადა და ნაკეთობის წარმოება ერთდროულად ხარისხის გაუმჯობესებასთან ერთად. მითითებული ამოცანების ამოხსნის გზების პოვნა სტიმულირებს ავტომატიზირებულ დაპროექტებას, მათ შორის ერგონომიკურ სისტემების განვითარებას და

გამოყენებას. გერმანელი სპეციალისტების მიერ შექმნილია ერგონომიკური დაპროექტების ავტომატიზირებული სისტემა ერგომასი, რომელიც საშუალებას იძლევა განხორციელდეს წარმოების სისტემების დაგეგმვა, სამუშაო ხაზების ოპტიმიზაცია, მასალის ნაკადის ჩამოყალიბება, სამუშაო ადგილების დაპროექტება და მათი შეფასება დროებითი ნორმატივების ანალიზი და აწყოების პროცესის ღირებულების განსაზღვრა ერგომასი-ი ხელს უწყობს სწრაფ ერგონომიკურ დაპროექტებას და სამუშაო ადგილების შეფასებას შემდეგი კომპონენტების გამოყენების გზით: ადამიანის საზომის მოდელი, მისაწვდომი ზონა და მხედველობის არე. მისაწვდომი ზონა დამოკიდებულია ადამიანის მოქმედებაზე სამუშაო ადგილზე. ოპერატორის სქესის შესაბამისად და პერცენტილის შერჩევის მიხედვით ერგომასი-ი აჩვენებს მისაწვდომ ზონებს.

შესაძლებელია შემდეგი მისაწვდომი ზონები; იდეალური, ფიზიოლოგიური, მაქსიმალური, გეომეტრიულად მაქსიმალური.

დამატებითი პროგრამული მოდული EGOM-ენი საშუალებას იძლევა სამუშაო ადგილზე ადამიანის მოქმედების მოდელირებას. ადამიანის ბიოქიმიური საზომი მოდელი შესაბამისად შერჩეული სქემისა და პერცენტილისა თავსდება სამუშაო ადგილზე. ადამიანის სხვადასხვა მოძრაობა ხასიათდება ცალკეული მოძრაობის მომენტების დროის გაზომვით ადამიანის მოდელი შეიძლება მოთავსდეს მჯდომარე ან ფეხზე მდგომ მდგომარეობაში, დატვირთვა სახსრებზე მოძრაობის დროს გამოითვლება და გრაფიკულად დამატებით ჩაიწერება, არსებობს ცნობარი ჰიპერტექსტი, რომელიც საკვანძო სიტყვების საშუალებით წარმოგიდგენს მნიშვნელოვან ინფორმაციას გარემოს, ერგონომიკური სტანდარტების, უსაფრთხოების ინსტრუქციის საკითხებზე და ა.შ. შესაძლებელია ცნობარის შინაარსის მოდიფიცირება და დამატება.

ერგომასის ძირითადი მოდული დაფუძნებულია მონაცემთა ბაზის სისტემის მართვაზე და თავიდან დამუშავებულ საზომი გამოსახულების გრაფიკულ სისტემაზე და დისპლეის ეკრანზე მათი განლაგების ცვლილებაზე. შექმნილი ავტომატიზირებული სისტემა ერგონომიკური დამპროექტებლების მიერ ზრდის შრომის ნაყოფიერებას, ამცირებს დაპროექტების დროს,

ზრდის პროექტის სამუშაოების ხარისხს და შესაძლებლობას იძლევა თავიდან აიცილოს შეცდომები მათი შესრულების დროს.

ავტომატიზირებული დაპროექტების სისტემების ფართო გამოყენება ამერიკის ავიაციურ ინდუსტრიაში, აიძულებს ამ ქვეყნის ერგონომისტებს ინტენსიურად დაამუშაონ ერგონომიკური დაპროექტების ავტომატიზირებული სისტემები კომპიუტერიზებული ადამიანის მანეკენი. უნგრელმა და გერმანელმა ერგონომისტებმა დაამუშავეს პროგრამა **ოსკარი**, რომელიც დამპროექტებლების დინამიური პარტნიორია. იგი დემონსტრირებს დისპლეის ეკრანზე ბანკის ანთროპომეტრულ და ბიომექანიკურ მონაცემებს. პროგრამა შედგენილია 10 მლნ. მონაცემების საფუძველზე 2,5-97,5 პერცენტილის ჩათვლით. დამპროექტებლები ეკრანზე აძლევენ მოცულობათა-სივრცობრივი საძებნი სტრუქტურის გადაწყვეტილების ვარიანტს, შემდეგ მასში იწვევს „სიცოცხლეს“ მოძრავი ადამიანის გამოსახულება, რომელიც ასრულებს დამპროექტებლის ბრძანებას.

ფართო სახელი მიიღო ერგონომიკურ დაპროექტების ავტომატიზირებულმა სისტემამ SAMMIE – System for Aiding Man Machine Evaluation – სისტემა, რომელიც ხელს უწყობს ადამიანის და მანქანის ურთიერთმოქმედების შეფასებაში. სისტემა ფლობს შემდეგ შესაძლებლობას; სამუშაო ადგილის და მოწყობილობის სამზომად მოდელირებას; მანეკენ – ოპერატორის სხვადასხვა პოზაში მოდელირებას ერგონომიკური შეფასებისათვის; მრავალ კონსტრუირებული სცენის მეთვალყურეობის მეთოდს (პრაქტიკულად ყველა მხედველობის არედან) ინტერაქტიული ურთიერთობა სამუშაო ადგილის მოდელთან მისი გასწორების, დამატებისა და შეცვლის მიზნით.

სისტემის ძირითადი კომპონენტებია სამუშაო ადგილი და მანეკენ-ოპერატორის გამოსახულება. სამუშაო ადგილი შენდება სტანდარტული გეომეტრიული ფორმის სხეულისაგან (კუბი, პრიზმა, ცილინდრი და სხვა). რთული ობიექტის შენების დროს შესაძლებელია ის ელემენტების გარდაქმნა. შენების დროს პროგრამაში, შეჰყავთ რიგი გეომეტრიული და ლოგიკური მოთხოვნა. მაგალითად, არაფორმირებული ელემენტების გეომეტრიული ფორმების და ზომების კონსტრუქციის შენახ-

ვა, შესაძლებლობა ერთი ელემენტის მოძრაობისა შედარებით სხვებთან.

სისტემა იძლევა საშუალებას შეიცვალოს სამუშაო ადგილის ელემენტების ურთიერთმდგომარეობა.

ადამიანის სხეულის მოდელი იქმნება მარტივი გეომეტრიული ელემენტებისაგან. მუშაობის დროს, მოცემულია 50-95 პერცეპტული სამი განსაზღვრული ზომის მოდელი მანეკენების ზომები საჭიროების მიხედვით შეიძლება შეიცვალოს, როგორც წესი, მუშაობა სისტემასთან მიმდინარეობს დიალოგის რეჟიმში შესაბამისი მენიუს საფუძველზე. არსებობს 35 მენიუ. მაგალითად, ოპერატორის მენიუ-მანეკენის ზომის და პოზის შესარჩევად, ზომის დათვალიერების მენიუ, მოდელის ნაწილის დამუშავების მენიუ. ყველა რეჟიმში გათვალისწინებულია გამოსახულების ზომის შეცვლა.

უფრო ხშირად მოდელს იყენებენ შემდეგი ამოცანების გადასაწყვეტად:

- სამუშაო ადგილის ზომის და ოპერაციის ზომის შესაბამისობა. (მოთავსდება თუ არა ოპერატორი მისთვის განკუთვნილ სივრცეში);
- მისაწვდომი ზღვრის განსაზღვრა; ობიექტი შესაძლებელია იყოს მითითებული მისი კოორდინატებით, დასახელებით წინასწარ შეტანილ პროგრამაში (ამ შემთხვევაში ობიექტის მისაწვდომობა განისაზღვრება მისი გადაადგილებით სივრცეში), სხეულის ნაწილის მოძრაობის მიმართულებით. (მიწვდება თუ არა ოპერატორი კედლის ნებისმიერ წერტილამდე, თუ იგი წამოდგება და გაშლის ხელებს გვერდზე);
- მხედველობის ზონის განსაზღვრა; ამ შემთხვევაში შესაძლებელია ნებისმიერ ზედაპირს ჰქონდეს სარკის თვისება, როგორც ბრტყელი, ისე ჩახნექილი, ნებისმიერად შერჩეული ფოკუსის მანძილით. ეს გვაძლევს შესაძლებლობას განვსაზღვროთ დათვალიერების ზონა.

ერგონომიკური დაპროექტების ავტომატიზირებული სისტემები დაკავშირებულია ერგონომიკური მონაცემების ბანკებთან.

ამ მუშაობის ძირითადი მიზანია ერთიანი წყაროების ფორმირება, რომლებიც შეიცავენ შემოწმებულ მონაცემებს ანთროპომეტრულ განზომილებებს და რაოდენობრივ მონაცემებს,

ფსიქოლოგიურ შესაძლებლობებს და ადამიანის თავისებურებას დაპროექტებაში გამოსაყენებლად, მანქანების დასამუშავებლად და მოწყობილობის შესაფასებლად, წარმოების გარემოს, სისტემების მართვის, წარმოების ნაკეთობისა და შენობების მშენებლობის დროს. ის ასევე მნიშვნელოვანია ერგონომიკური მიზნობრივი კვლევების ექსპერიმენტების ჩასატარებლად, პროცედურების, მეთოდების, მონაცემების და მიღებული შედეგების წარსადგენად.

საფრანგეთში, რ. დეკარტის სახ. პარიზის უნივერსიტეტის ანთროპოლოგიისა და ადამიანის ეკოლოგიის ბაზაზე ფუნქციონირებს ბიომეტრული მონაცემების ბანკი „ერ-გოდატი“. ბანკში შეტანილია საფრანგეთის და ევროპული სხვა ქვეყნების მოსახლეობის ანთროპომეტრული მონაცემები. ბანკის ჩამოყალიბება სტიმულირდებოდა ერგონომიკური დამუშავების დროს სისტემების გართულების აუცილებლობით და მოწყობილობების დაპროექტებით ადრინდელ ეპოქაში. ამან, თავის მხრივ, მოითხოვა იმ ჯგუფების მოსახლეობის ანთროპომეტრული დახასიათების აღრიცხვა რომლებიც იმუშავებენ ამ მოწყობილობაზე. გარდა ამისა, აუცილებელია იმ ქვეყნების მოსახლეობის ანთროპომეტრული დახასიათების აღრიცხვა სადაც მოწყობილობა ექსპორტირდება.

ბიომეტრული მონაცემების ბანკის მიერ დაგროვილი ანთროპომეტრული მახასიათებლები შესაძლებლობას იძლევა თითოეული ადამიანისათვის გამოითვალოს უფრო შესაძლებელი ზომები, რომლებიც არ იყო გაზომილი ექსპერიმენტალური გზით. ამასთან ერთად, შესაძლებელია ანთროპომეტრული დახასიათების მთლიანი შეკრების რეკონსტრუირება, იმ შემთხვევაშიც, თუ თავდაპირველად მოიპოვებოდა რომელიმე ზომა, უფრო ხშირად წონა და სიმაღლე. მონაცემები გარკვეულადაა განსაზღვრული და გამოსახულია დამოკლებულ ფორმაში იმ მიზნით, რომ შემცირდეს მოთხოვნის ვადა და სიტყვიერი ურთიერთობა ბანკთან.

10.7. ჰირტუალური რეალობის სისტემები და ჰირტუალური ინტერფეისები

უკანასკნელ წლებში მულტიმედიის ტექნოლოგიების პროგრესის წყალობით ვითარ-

დება ეგრეთწოდებული “ვირტუალური რეალობის სისტემების” მიმართულებები. მიდგომის არსი მდგომარეობს ხელოვნური სტიმულების შექმნაში, რომელიც ზემოქმედებს ოპერატორის ყველა გრძნობის ორგანოზე. ამის შედეგად ადამიანის ფსიქიკა ყალიბდება რამდენადმე ხელოვნური რეალობის სახით, რომელშიც შეიძლება განხორციელდეს გარკვეული მოქმედებები პროფესიული ამოცანების გადასწყვეტად.

ვირტუალური რეალობის სისტემა გამოირჩევა ადამიანის საქმიანობის გაუთვალისწინებელი ექსტრემალური სიტუაციიდან, რამდენადაც მართვის პულტი შეიძლება განლაგდეს დაცულ ადგილას და რეალურ ობიექტთან კავშირი განხორციელდეს დისტანციური საშუალებებით. ამ სისტემების დაპროექტების სიბრტყე ერევა რეალური გარემოს კომპიუტერული მოდელირების ზემოქმედების საზღვრებში, რომელსაც ოპერატორი შეჩვეულია. ვიზუალური სახეების ფორმირებისათვის გამოიყენება ვირტუალური რეალობის ჩაფხუტი, შეხებისათვის – სენსორული ხელთათმანები, სმენითი სახეებისათვის – სტერეო და მრავალარხიანი აღმდგენი სისტემები.

ვირტუალური გარემოს მოდელირებისას წარმოქმნილი ძირითადი პრობლემა – ესაა გარე სამყაროდან მიღებული ინფორმაციების ნაკადების შეთანხმების პრობლემა და ოპერატორის მოქმედებაზე მიღებული შებრუნებული ინფორმაციების ნაკადები.

ვირტუალური რეალობის იდეალური სისტემა იძლევა რეალურ სიტუაციაში ადამიანის საქმიანობის სრულ ილუზიას. გარდა ამისა, ჩნდება ოპერატორის აქტივობის შექმნის შესაძლებლობები. ასე, მაგალითად, ის, რომ ვირტუალურ გარემოში ოპერატორ-დამკვირვებელი “მიუახლოვდეს-დაშორდეს” მართვის ობიექტს, ჩამოაყალიბოს ამოცანის გადასაწყვეტად საქმიანობის ვირტუალური სტრატეგია. ამ სისტემაში ადამიანს ეძლევა ღონისძიებათა გამოყენების სრული შესაძლებლობები, რაც მიუღწეველია მართვის ტრადიციულ სისტემებში.

აღვნიშნავთ, რომ მართვის ვირტუალურმა არხმა შეიძლება გასცეს ბრძანებები მრავალ ობიექტზე დიდი მოცულობის გამომთვლელი რესურსების მიუხედავად, რომლებიც სისტემისაგან მოითხოვენ ვირტუალური სივრცის მოდელირებას, გახდეს ეკონომიკურად მი-

ზანშეწონილი. ვირტუალურ სივრცეში ასევე შესაძლებელია ვირტუალური არხით ოპერატორის რეალური საქმიანობის განუსაზღვრელი მოდელის შეყვანა, რაც საშუალებას იძლევა ახალ ეტაპზე გადაწყდეს სწავლების სავარჯიშოები და ამოცანები.

ფსიქოლოგიური, ტექნოლოგიური და ქცევის ფენომენების ერთობლიობა, რომელიც დაკავშირებულია ინტეგრირებულ სინქრონული საქმიანობის გარემოში ადამიანის პერცეპტულ სისტემასთან მისი სივრცეში დატვირთვისას, გამოიხატება იმერსიულობის ცნებით. (იმერსიონ – ჩატვირთვა, ინგლ.). ის განიხილება როგორც ვირტუალური რეალობის ერთერთი მთავარი მახასიათებელი და შემადგენლობით არ განსხვავდება რეალური სამყაროს ღონისძიებებისაგან. ანალოგიურია ყველა სისტემა, რომლებიც უზრუნველყოფს ადამიანის კონტაქტს მოცემულ სამყაროსთან. ისინი მუშაობენ ინტეგრირებულად და სუბიექტის პერცეპტული და პიროვნული გამოცდილების სრულ ჰარმონიაში არიან. ეს არის თავისებური სახის “მატრიცა”, რომელშიც ვირტუალურ სამყაროში სრული დატვირთვა აქტივირდება.

იმერსიულობა გამოსახავს იმიტირებულ გარემოში წამოდგენილი ტექნოლოგიების თვისებების ხარისხს და დაკავშირებულია ხელოვნურ გარემოში სუბიექტის დატვირთვის ხარისხთან. ესაა “ხარისხი”, რომელთანაც იმიტირებული სისტემა ქმნის ხელოვნურ გარემოს რეალური სამყაროს შემცველი თვისებებით. რაც მეტია სტიმულაციების ნაკადი ადამიანის სენსორული სისტემების მიმართ, მით მეტი სენსორული სისტემები შეიძლება ჩაერთოს გარემოსთან ურთიერთქმედებაში.

ადამიანის ქცევა აბსოლუტური იმერსიულობის პირობებში არაფრით განსხვავდება რეალობაში მიჩვეული მისი ქცევისაგან. ეს მხოლოდ სამართლიანია ვირტუალურ სფეროში ადამიანის პერცეპტულ სისტემებთან სრული თანხვედრის შემთხვევაში, თუ განხილული გარემო ადამიანზე განსხვავებულად არ მოქმედებს, ესეიგი ვირტუალური გარემო რეალური გარემოს თვისებებს ფლობს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადამიანი ადვილად განსაზღვრავს რეალობის განსხვავების წყაროებს.

იმერსიულობა აგრეთვე ადამიანის ბუნებრივ გარემოში ცხოვრების ფორმირების საშუალე-

ბას იძლევა. იმერსიულობა – ესაა ტექნოლოგიური ცნებები, რომლებიც მოწოდებულია ხელოვნური გარემო აღჭურვის რეალური გარემოს თვისებებით. იქმნება რეალობის შთაბეჭდილება, რომლითაც იცვლება ზემოქმედება ადამიანზე. მაღალიმერსიული გარემო ცვლის არა მარტო მოდელირებული სამყაროს სტატისტიკურ მახასიათებლებს, არამედ სუბიექტის ცხოვრებისეული გამოცდილების დინამიურ ასპექტებს, რომელიც მასში აღადგენს ახალ რეალობას.

“ადამიანი-მანქანა” სისტემაში ოპერატორის საქმიანობის ძირითად შემადგენლობას სამუშაო ორგანოების მართვის ალგორითმის რეალიზაცია ან ლოგიკურ-სენსორული მანიპულაცია წარმოადგენს, რომლებიც მართვის ობიექტების ქცევაზეა დამოკიდებული.

მართვის ალგორითმის ოპტიმიზაცია – ესაა კლასიკური საინჟინრო-ფსიქოლოგიური დაპროექტების უმნიშვნელოვანესი ამოცანა. XX საუკუნის ტექნიკის უდიდესი ნაწილის ინტერფეისი რეალიზებული იქნა ჩართვის კონცეფციის პრინციპებზე, რომელიც ადამიან-ოპერატორს განიხილავს როგორც ტექნიკური სისტემის რგოლს და სისტემის ცალკეული დინამიკური პარამეტრების რეგულირების ფუნქციას ასრულებს ინფორმაციის ასხვის ინდუცირებული საშუალებებით.

აუცილებელია გავიზნოთ ჩართვის ტექნოლოგიის რიგი სერიოზული გენეტიკური შეზღუდვები. უპირველეს ყოვლისა, ეს შეზღუდვები დაკავშირებულია ოპტიმალური ინფორმაციული მოდულების ფორმირების გადაუწყვეტელ პრობლემებთან. ტექნიკური სისტემების სირთულეს მიუყვართ შესაბამისად ხელსაწყოების დავის და მართვის ორგანოების სირთულემდე, რომლებიც ოპერატორს და მის პერცეპტულ სისტემას აყენებს ფსიქოფიზიოლოგიური შესაძლებლობების ზღვარზე. მაგალითად, თანამედროვე თვითმფრინავების მფრინავის განკარგულებაშია ფრენის ასზე მეტი საკონტროლო პარამეტრი, რომლებიც აისახება ინფორმაციის ინდიკატიურ სისტემებზე. ყველა ეს პარამეტრი ერთმანეთთან კავშირშია და პილოტმა უნდა გაითვალისწინოს მართვის პროცესში. გასაგებია, რომ ამ სისტემებთან სერიოზული პროფესიული მომზადების გარეშე, მუშაობა შეუძლებელია.

ასეთივე მდგომარეობაა “ადამიანი-მანქანა” ინტერფეისის სფეროში და მრეწველობის ისეთ დარგებში, როგორიცაა, ატომური ენერგეტიკა, ტრანსპორტი, გემთმშენებლობა, შეიარაღება. ოპერატორი განიხილულია სისტემის როგორც ტექნიკური ელემენტი, დაპროექტების პროცესი – როგორც მართვის გარემოს ფიზიკური მახასიათებლების თანხვედრა ადამიანის ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობებთან. შედეგად ადამიან-ოპერატორზე იმოქმედებს თვისობრივად ახალი – ხელოვნური გარემო. მასში პერმანენტულად დაირღვა ნორმალური, შიდა-სუბიექტური ინტეგრაციის პროცესები, წარმოიშვა ინტერფერენციული გამოცდილების ფენომენები. ეს გახდა ასეთ სისტემებში ადამიანის შეცდომების და არაუფექტიანი საქმიანობის მიზეზი.

ამ რთული მდგომარეობიდან თავის დაღწევას ემსახურება ინტერფეისის ახალი სისტემების დანერგვა, რომელთაც შეიძლება გუწოდოთ ჩატვირთული ანუ იმერსიული ინტერფეისები. მათში ოპერატორი ჩატვირთავს ვირტუალურ რეალობაში ფორმირებული ტექნოლოგიებით სამგანზომილებიან გარემოს, საქმიანობას, რომლის პროფესიული ამოცანების გადაწყვეტები ხდება რეალურ სამყაროში. ხელოვნური სამყაროს კონსტრუქციებში და თვისებებში მაქსიმალურად გამოიყენება სუბიექტის ცხოვრებისეული გამოცდილება.

აღსანიშნავია ვირტუალურ სფეროსთან დაკავშირებული თავისებურება – შესაძლებლობა იმისა, რომ გამოყენებული იქნეს პრაქტიკულ ცხოვრებაში. ვირტუალურ სამყაროსთან კავშირის შედეგად შეუძლია ადამიანს შეარჩიოს მოდელირებული სფეროს საჭირო ასპექტები.

სფეროში შესასწავლი საქმიანობის შესაძლებლობა უზრუნველყოფილია გარემოს ინტერაქტიულობით – ხარისხით, რომლის მომხმარებლებს შეუძლიათ მისი შემადგენლობაში და ცვლილებების შეტანაში მონაწილეობის მიღება რეალური დროის რეჟიმში. ინტერაქტიულობა – ეს არაა უბრალოდ ვირტუალურ სამყაროში მოგზაურობა, ესაა ამ გარემოს მართვაში მომხმარებლის მიერ ცვლილებების შეტანის უფლებები. ინტერაქტიულობა მოითხოვს დინამიურ მოდელირებას და განისაზღვრება პროფესიული გარემოს ტექნოლოგიური სტრუქტურით, მისი ინტერფეისის თვისებებით.

ინტერაქტიულობის ხარისხი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე:

- ფაქტორი “სიჩარე” – განსაზღვრავს ტემპს, რომელთანაც რეაგირებს სისტემა ნორმალურ პირობებში. ის გვიჩვენებს რა სისწრაფით შეიძლება ასიმილირდეს გარემოში შემავალი ზემოქმედება;
- ფაქტორი “დიაპაზონი” – შესაძლებლობათა რაოდენობაა მოცემულ ნებისმიერ დროში მოქმედებისათვის;
- ფაქტორი “მაპინგ” – გამოხატავს ხელოვნურ გარემოში სისტემის ცვლილებების კონტროლის შესაძლებლობას ბუნებრივ და წინასწარმეტყველურ მანერებში.

ინტერფეისის მაგალითებით, რომელთა დახმარებით რეალიზდება ინტერაქტივობა კომპიუტერულ სასწავლო გარემოში, წარმოადგენს: კლავიატურა, თაგუნა, ხელთათმანები, პლანშეტი, აზრის ამომცნობი სისტემები, მხედველობის მიმართულება და მასთან დაკავშირებული ვირტუალური წარმოდგენები, რომლებიც პროგრამული საშუალებებით წარმოიქმნება.

ვირტუალური რეალობის ტექნოლოგიის განვითარება ვირტუალური გარემოს ინტერაქტივობის მაღალ ხარისხის შესაძლებლობას ქმნის. სწორედ ინტერაქტივობა წარმოადგენს ძირითად გასაღებს, ადამიანი-მანქანა ინტერფეისის ეფექტურობის და შესაძლებლობების დასახასიათებლად. რაც უფრო მაღალია სისტემის მოდელირებული სამყაროს ინტერაქტივობა, მით მეტი პარამეტრების ცვლილება შეიძლება სუბიექტის მიერ თავისი საქმიანობის პროცესში.

ვირტუალურ გარემოში არის შესაძლებლობები მოდელირებული სამყაროს ყველა ელემენტზე ზემოქმედება ბუნებრივი სახით განხორციელდეს. ვირტუალურ გარემოში იმერსიული ინტერფეისის ძირითადი ღირებულებაა – ადამიანის შეცნობად სენსორულ და შემსრულებელ სისტემებში ინტერაქციის გაცნობა, მისი მოდელირებული გარემოს ელემენტებთან უშუალო ზემოქმედებით შუალედური ოპერაციების გარეშე, რომელშიც ჩართულია ლოგიკური და ენობრივი კონსტრუქტები.

იდეალური სამყაროს ტრანსფორმაცია ვირტუალურ რეალობაში და რეალური სამყაროს თვისებები ვირტუალური სამყაროს თვისებებში,

ში, ადამიანის ჩარევის გარეშე ხორციელდება, რაც უკანასკნელს ათავისუფლებს რთული სივრცობრივ-დროითი გარდაქმნების ოპერაციებისაგან. ხელოვნური სამყარო შეიძლება მოეწეოს ტრანსლატორის დახმარებით, ოპერატორის დინამიკური თვისებების მდგომარეობის ქვეშ. ასევე იხსნება სხვა ფსიქოლოგიური და ფსიქოფიზიოლოგიური შეზღუდვებიც.

იმერსიული ინტერფეისის განსაკუთრებული სახეა სისტემები ინდუცირებული ვირტუალური გარემოთი, რომელშიც ოპერატორის მიერ ჩატვირთული ვირტუალური რეალობა რამდენადმე მიახლოებულია რეალურ გარემოსთან. ინდუცირებული ვირტუალური გარემო წარმოდგენს უკუკავშირის მატარებელს და მათში მოვლენები მოდელირდება არა აბსტრაქტული სცენარების მიხედვით, არამედ დაკავშირებულია რეალური მატერიალური სფეროს მოვლენებთან. მართვის სისტემების მუშაობის ზოგად სქემას ემატება ვირტუალური გარემოს რეკონსტრუქციის ფაზა. რეკონსტრუქცია ხორციელდება ინფორმაციის ორი სახის საფუძველზე: აპრიორი – ობიექტების და გარემომცველი გარემოს მოდელზე და აპოსტერიორული - ფიზიკური სისტემიდან მოხვედრილი. სრულად იქმნება სამართავი სისტემის ობიექტების მდგომარეობა. ოპერატორმა ინფორმაციული გადაწყვეტილებების მისაღებად ინდუცირებული ვირტუალური გარემოდან შეიძლება ამოიღოს ყველა საჭირო საშუალებები. ინდუცირებული ვირტუალური გარემოს ტექნოლოგიები პერსპექტიულია დისტანციური მართვის სისტემებისათვის. ინდუცირებული ვირტუალური გარემოს ტექნოლოგიების პრაქტიკული გამოყენების მაგალითები ცნობილია კოსმონავტიკის მოსამზადებლად ორბიტალურ სადგურებზე მუშაობისათვის.

კითხვები ცოდნის შემოწმებისათვის

1. რა არის ინჟინრული ფსიქოლოგიური დაპროექტება?
2. რაში მდგომარეობს ინჟინრული ფსიქოლოგიური დაპროექტების სინთეზური მიდგომის თავისებურებები?
3. რა არის სისტემური მიდგომა?
4. დაასახელეთ ინფორმაციული მოდელის მიმართ ძირითადი მოთხოვნები.

5. რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს ინფორმაციის ასახვის საშუალებებში გამოყენებული კოდური ნიშნები?
6. რაში მდგომარეობს ფერადი კოდირების გამოყენების სპეციფიკა?
7. დაასახელეთ მხედველობითი ინფორმაციის ორგანიზაციის ხერხები, რომლებიც უზრუნველყოფენ აღქმის გაუმჯობესებას.
8. რა შემთხვევებში გამოიყენებენ ინფორმაციის გამომხატველ სმენით საშუალებებს?
9. რა მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს გამაფრთხილებელი ხმოვანი სიგნალები?
10. რაში მდგომარეობს ინფორმაციის გავრცელებაში ტაქტილური საშუალებების გამოყენების სპეციფიკა?
11. მოიტანეთ მართვის ორგანოების კლასიფიკაცია.
12. მოიყვანეთ ადამიანის სტერეოტიპულ მოძრაობაზე დაფუძნებული მართვის ორგანოების დაპროექტების მაგალითები.
13. რომელი შედარებით აუცილებელი კრიტერიუმების მიხედვით დაპროექტდება ოპერატორის სამუშაო ადგილი?
14. რა არის ოპერატორის საიმედოობა?
15. ჩამოთვალეთ ოპერატორის საიმედოობის ძირითადი მაჩვენებლები და მოგვეცით მათი მოკლე დახასიათება.
16. რომელი ფაქტორები უზრუნველყოფს ოპერატორის შრომისუნარიანობას?
17. რა არის ვირტუალური რეალობა?
18. რა არის ვირტუალური რეალობის სისტემა?
19. რა არის ინდუცირებული ვირტუალური გარემო?

20. რა არის ინტერფეისი?
21. აღწერეთ პროტოტიპირების პროცესი.
22. ჩამოთვალეთ ევრისტიკული შეფასების მეთოდში გამოყენებული კრიტერიუმები.
23. აღწერეთ ბარათული დახარისხების მეთოდი, მისი უპირატესობები და შეზღუდვები.

თემატიკური ჯგუფური დისკუსიისათვის

1. როგორ უზრუნველყოფთ “ადამიანი-მანქანა” სისტემაში ექსტრემალური პირობებისას ოპერატორის საქმიანობის საიმედოობას?
2. გაანალიზეთ მართვის დისტანციური სისტემის საინჟინრო-ფსიქოლოგიური პრობლემები, ვირტუალური გარემოს მოდელირების პრინციპებით.
3. შეადგინეთ მობილური ტელეფონისათვის საკონტროლო ფურცელი და კონკრეტული აპარატისათვის გააკეთეთ ანალიზი.

სარეზერვუალო თემები

1. ინჟინრული ფსიქოლოგიური დაპროექტების არსი და თავისებურებები.
2. ინფორმაციის ორგანიზაციული ხერხები, მათი სახეები და სპეციფიკა.
3. მართვის ორგანოების კლასიფიკაცია და კრიტერიუმები.
4. „ადამიანი-ოპერატორის“ საქმიანობაში საიმედოობა და მისი განმსაზღვრელი