

<https://doi.org/10.24867/JPE-1993-10-129>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Rodić, M.\*

## Struktura integralnog sistema za projektovanje pribora

### The structure of the integral fixture design system

#### Summary

*This paper first analyzes factors of influence on fixture design process. Based on that, a fixture design information model is defined. The model implies and necessitates the integral approach to fixture design. The paper further illustrates developed structure of the integral fixture design system. Its structure is represented on three levels: selection of fixture, design of fixture, definition of design documentation. The first step deals with selection of existing fixtures (if any) of varied degree of operative readiness, while the second step includes design of new fixtures or add-on adjustments and modifications on the existing fixtures for new machining operations.*

---

\* Dr Milorad Rodić, Fakultet tehničkih nauka, Institut za proizvodno mašinstvo, 21000 Novi Sad

## Rezime

*U radu se prvo analiziraju uticajni faktori na projektovanje pribora. Na osnovu toga definiše se informacioni model konstrukcije pribora. Iz modela sledi mogućnost i potreba integralnog prilaza projektovanju pribora. Zatim se u radu prikazuje razvijena struktura integralnog sistema za projektovanje pribora. Struktura integralnog sistema je data u tri nivoa : izbora pribora, projektovanja pribora, definisanja konstruktivne dokumentacije. U prvom koraku bira se postojeći pribor (ako postoji) različitog stepena operativne gotovosti, a u drugom koraku konstruišu novi ili dograđuju i prilagođavaju postojeći pribori novim operacijama obrade.*

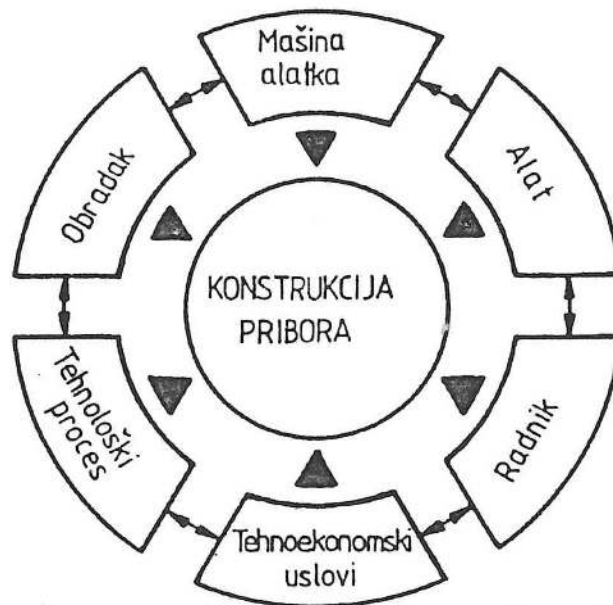
## 1. Uvod

U savremenim proizvodnim sistemima sa automatizovanom proizvodnjom i automatizovanim projektovanjem proizvoda i tehnoloških procesa ističe se potreba za automatizovanim projektovanjem i izborom pribora. Proizvodnja i konstrukcija alata i pribora, zavisno od tipa proizvodnje, čini 50-80% od ukupnog vremena za pripremu proizvodnje. Skraćivanjem tog vremena smanjuju se i pripadajući troškovi. To se postiže, između ostalog, primenom novih metoda u organizaciji, konstrukciji i izradi pribora. Te nove metode baziraju na klasifikaciji, unifikaciji, standardizaciji, mehanizaciji i automatizaciji pribora.

## 2. Uticajni faktori na projektovanje pribora

Konstrukcija pribora u opštem slučaju predstavlja višekomponentnu hijerarhijsku strukturu sa složenim uzajamnim vezama sastavnih elemenata. Rasčlanjavanjem na elemente i neka druga svojstva pribore možemo tretirati kao tehnički sistem [13] koji se odlikuje sledećim karakteristikama: veza sa okolnom sredinom - O, strukturom - S, funkcijom - F i skupom konstruktivnih svojstava - K.

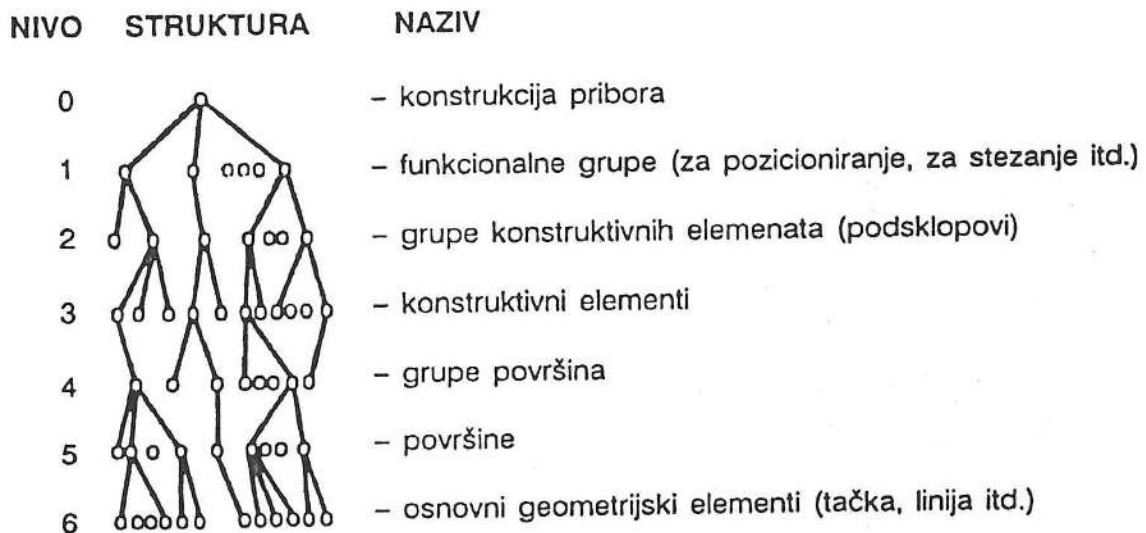
Okolnu sredinu pribora čine uticajni faktori koji utiču na konstrukciju pribora (slika 1.): mašina alatka, alat, obradak, tehnološki proces, radnik, potrebni tehno-ekonomski uslovi (proizvodnost, ekonomičnost, kvalitet) itd. Ovi faktori utiču na strukturu i svojstva konstrukcije pribora. U informacionom planu veza, koje uobličava okolna sredina, obrazuju se konkretna tehnička ograničenja koja je potrebno da zadovolji konstrukcija i koje treba uzeti u obzir u procesu projektovanja pribora.



Slika 1. Uticajni faktori na konstrukciju pribora

Figure 1. Factor of influence on fixture design

Struktura pribora može se predstaviti kao hijerarhijska (slika 2.). Definisana je u sedam nivoa počev od osnovnih elemenata, površina, grupa površina, konstruktivnih elemenata, grupe konstruktivnih elemenata, funkcionalnih grupa do kompletnog pribora.



Slika 2. Hijerarhijska struktura konstrukcije pribora

Figure 2 Hierarchy structure of fixture design

Svaki sastavni i-ti element j-tog nivoa raščlanavanja konstrukcije karakteriše se: oblikom, strukturom, funkcionalnom namenom, dimenzionim

karakteristikama, međusobnim odnosima, određenim položajem u trodimenzionalnom prostoru. Među karakteristikama svakog nivoa nalaze se određeni odnosi koji su prouzrokovani ujedinjenjem strukturnih jedinica nižeg stepena u strukturne jedinice višeg stepena. Glavni odnosi za konstruisanje su oni koji karakterišu uzajamnost raspoloživih strukturnih jedinica.

Među karakteristikama nalaze se takođe funkcionalni odnosi (veze). Funkcionalne veze objedinjuju celinu elemenata iz nivoa i izdvajaju strukturne jedinice u višem nivou koji se odlikuju novim funkcionalnim vezama i odnosima. Integralna funkcija konstrukcije pribora ostvaruje se realizacijom posebnih strukturno-funkcionalnih grupa. U opštem slučaju pribor se može podeliti na funkcionalne grupe: za pozicioniranje, stezanje, telo, vođenje i podešavanje reznog alata, vezu elemenata pribora, veza pribora sa mašinom i ostale dodatne elemente.

Na konstrukciju pribora utiče i stepen mehanizacije, stepen unifikacije i standardizacije itd. Da bi se pravilno konstruisao pribor potrebno je poznavati njegove osnovne elemente. Ovi elementi su raznoliki i mnogobrojni. Na slici 3. prikazan je pregled delova pribora povezan sa mašinom alatkom, obradkom i reznim alatom. Ovako pokazana struktura pribora razdeljena na odgovarajuće funkcionalne celine može da olakša projektovanje pribora. Pribor se može projektovati etapno, korak po korak, dok se ne dođe do konačnog rešenja pribora.

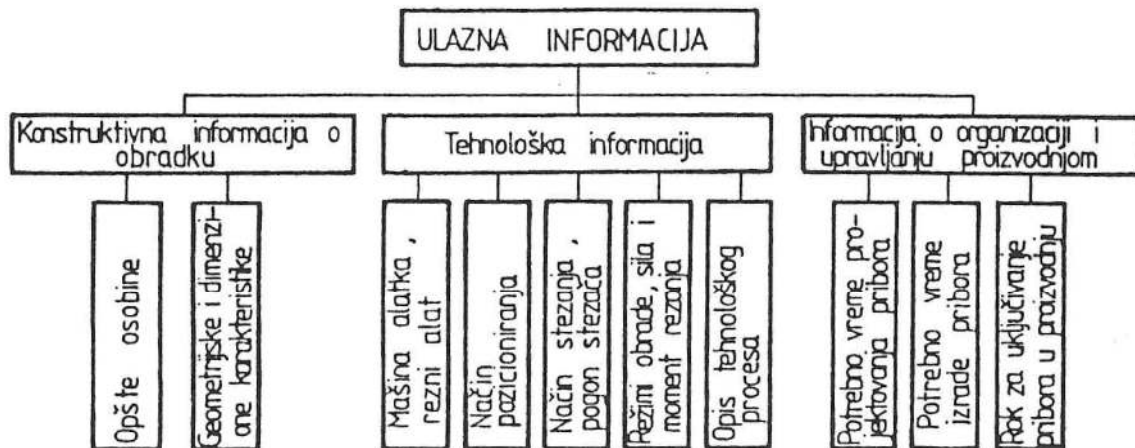


Slika 3. Pregled delova pribora

Figure 3. Review of the structure' parts

Svi napred prikazani uticaji na konstrukciju pribora mogu se dobro obuhvatiti pravilnim i sveobuhvatnim definisanjem ulazne informacije u sistemu

projektovanja pribora. Ulaznu informaciju možemo podeliti na tri veće grupe (slika 4.)



Slika 4. Strukturna šema ulazne informacije za automatizovano projektovanje pribora

Figure 4 Structure scheme of input information for automatic fixture design

- konstruktivna informacija o obradku
- tehnološka informacija
- informacija vezana sa organizacijom i upravljanjem proizvodnjom

Karakteristične konstruktivne osobine obradka bitne za konstrukciju pribora su: opšta svojstva obradka (materijal, hrapavost itd.), geometrijske i dimenzione karakteristike obradka i njegovih sastavnih delova sa definisanjem njihovih međusobnih položaja. Količina ulaznih informacija o obradku može se značajno smanjiti na račun ne uključivanja podataka o određenim elementima koji ne utiču na konstrukciju pribora (izbočine, udubljenja, oborene ivice itd.)

Tehnološka informacija mora da sadrži podatke o: mašini alatki, reznom alatu, načinu pozicioniranja i stezanja sa definišanjem površina na obradku, pogonu stezanja, režimima obrade, sili i momentu rezanja, opisu tehnološkog procesa sa definisanim brojem komada pri obradi, seriji, godišnjem programu proizvodnje i tehnoekonomskim uslovima.

Informaciju vezanu za organizaciju i upravljanje proizvodnjom čine: rok za uključivanje pribora u proizvodnju, potrebno vreme projektovanja pribora i potrebno vreme izrade pribora.

### 3. Informacioni model konstrukcije pribora

Na osnovu predhodno sprovedenih analiza može se zaključiti da je kompletiranje projektovanih tehnoloških procesa obrade sa priborima jedno od bitnih i složenih pitanja. Analizom literaturnih i drugih informacijamože se zaključiti da metode konstruktivne i tehnološke pripreme pri projektovanju pribora najčešće baziraju na individualnom prilazu svakom obradku, za koji se razvijaju pribori originalne konstrukcije. Takav prilaz najčešće je neracionalan i zamenjuje se metodama koje značajno skraćuju rokove i troškove pri projektovanju i izradi pribora.

Opšti informacioni model konstrukcije pribora može se napisati u obliku:

$$K_p = [I_p, (\bar{E}_1^*, \bar{E}_2^*, \bar{E}_3^*, \dots, \bar{E}_n^*)] = [I_p, (\bar{E}_i^*)_1^n]$$

gde je :  $I_p$  - oznaka pribora

$$I_p = (I_{op}, K_{op}, N)$$

$I_{op}$  - identifikaciona oznaka pribora

$K_{op}$  - klasifikaciona oznaka pribora

$N$  - informativna oznaka pribora ( naziv pribora )

U konkretnim slučajevima svi delovi oznake pribora ne moraju biti dati. Pomoću bilo koje od ovih oznaka moguće je pretraživati banku podataka pribora da bi došli do rešenja pribora.

$\bar{E}_i^*$  - konstruktivni element pribora definisan sa prostornim i dimenzionim karakteristikama :

$$\bar{E}_i^* = (E_i^*, \Psi_i)$$

Dimenziona karakteristika konstruktivnog elementa definisana je :

$$E_i^* = (E_i, V_i)$$

gde je :  $E_i$  - oznaka konstruktivnih elemenata koja definiše geometriske karakteristike ( oblik )

$V_i = (V_1, V_2, \dots, V_q)$  - karakteristične dimenzije konstruktivnog elementa

$q$  - broj karakterističnih dimenzija

Prostorna karakteristika konstruktivnog elementa definisana je sa vektorom prostornog položaja.

$$\Psi_i = (x_i, y_i, z_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$$

gde su :  $x_i, y_i, z_i$  - liniske koordinate KE (konstruktivnog elementa )

$\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$  - ugaone koordinate KE

zadate u Dekartovom desnoorijentisanom pravougaonom koordinantnom sistemu

Vektori  $V$  i  $\Psi$  mogu sadržati i podatke o tačnosti njihovog ispunjenja i zadaje se pomoću para  $\langle GO, DO \rangle$ .

gde je : GO- gornje odstupanje sastavnog elementa vektora

DO - donje odstupanje sastavnog elementa vektora

Sveukupnost predstavljanja tačnosti može se izraziti sa :

$$\Delta V = [\langle GO, DO \rangle_j]_{j=1}^g$$

$$\Delta Y = [\langle GO, DO \rangle_j]_{j=1}^g$$

Uzimajući u obzir sve napred rečeno opšti informacioni model konstrukcije pribora može se napisati u obliku :

$$K_p = [I_p, (E_i, V_i, \Delta V_i, x_i, y_i, z_i, \alpha_i, \beta_i, \gamma_i, \Delta \Psi_i)]_{j=1}^n$$

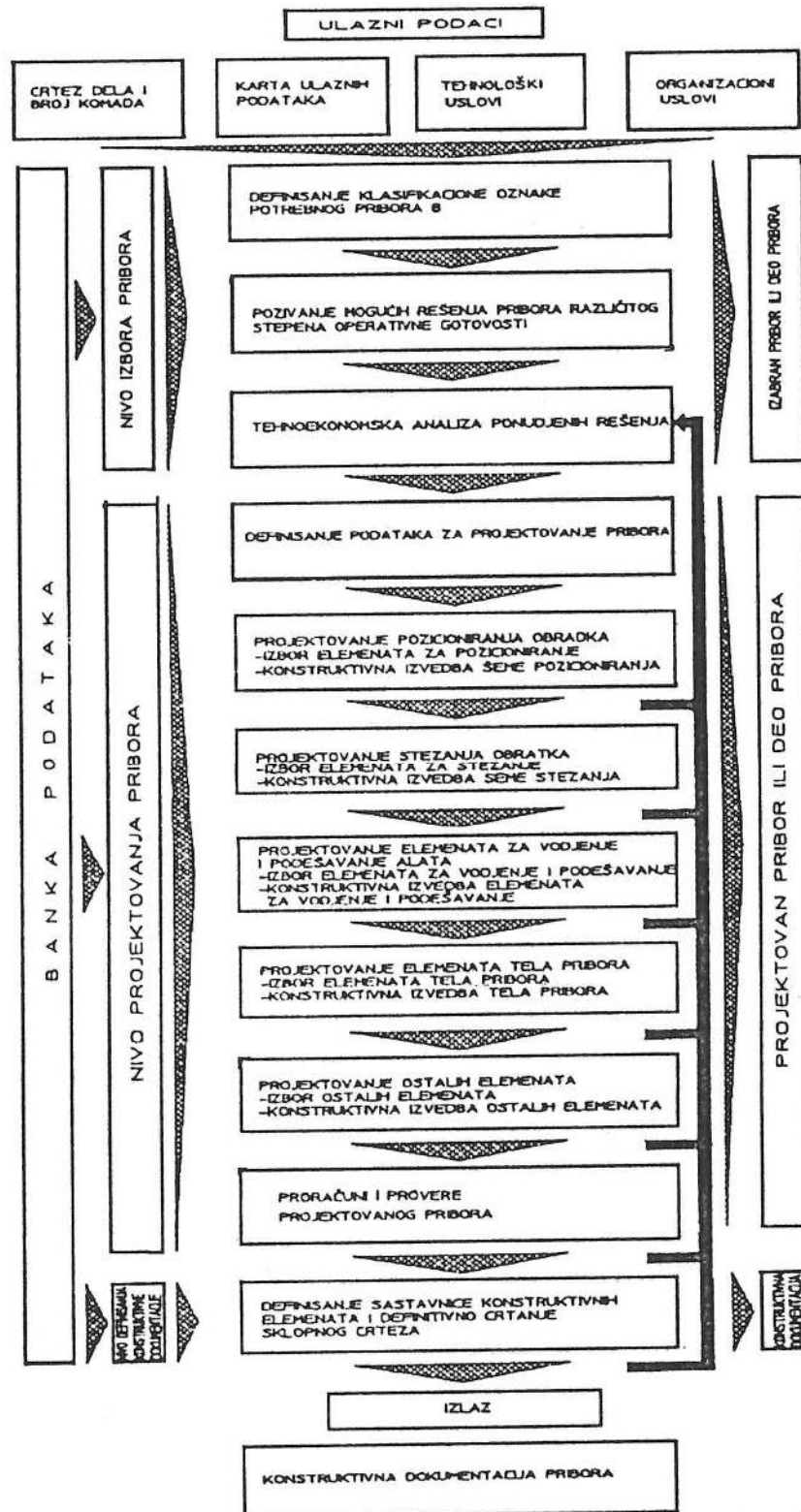
Prema ovako definisanom opštem informacionom modelu konstrukcije pribora treba razviti odgovarajuću informacionu bazu. Informacioni model konstrukcije odražava sastav i strukturu projektovanog pribora. U njemu su sadržani podaci o konstruktivnim elementima, njihovim svojstvima, međusobnim položajima i vezama.

Na osnovu napred iznetih napomena i analize metoda za definisanje pribora, definiše se sistem projektovanja pribora. Sistem projektovanja pribora bazira na metodama za izbor pribora i metodama za sintezu novih konstrukcija pribora. Građen je na modularnom principu i interaktivnom radu projektant - računar. Zasniva se na sistemu označavanja, glavnim i sopstvenim koordinantnim sistemima, tipskim projekcijama elemenata pribora, bazi podataka koja respektuje prednje činioce, razvijenom softveru kao univerzalnom alatu. Predpostavka ovog sistema je unifikacija i standardizacija pribora i elemenata pribora.

#### 4. Strukture integralnog sistema za projektovanje pribora

Struktura integralnog sistema za projekovanje pribora, slika 5., postavljena je tako da se mogu projektovati pribori svih stepena specijalizacije.

Na osnovu ulaznih podataka potrebnih za projektovanje pribora može



Slika 5. Struktura integralnog sistema za projektovanje pribora

Figure 5 Structure of integral fixture design system



se, u opštem slučaju, izvršiti izbor postojećeg pribora, po potrebi ga doraditi, ili ako takvo rešenje ne postoji projektovati novi pribor.

U banci podataka mogu biti zapamćena rešenja pribora i na odgovarajući način označena. Na nivou izbora pribora dobiće se rešenja pribora različitog stepena operativne gotovosti. Ako je dobijeno više rešenja pribora tehnoeonomskom analizom dolazi se do najpovoljnijeg rešenja za posmatrani slučaj. Kad se dobije rešenje koje se može direktno primenuti, na nivou projektovanja pribora, doraduje se pribor. Moguće je da se uopšte ne dobije rešenje pribora. Onda se pristupa sintezi nove konstrukcije pribora. Opravdano je pri tome pribor podeliti na određene funkcionalne celine i fazno projektovati pribor. Na kraju je neophodno oblikovati konstruktivnu dokumentaciju pribora i definitivno nacrtati crtež pribora.

Da bi se prethodne aktivnosti uspešno obavile potrebno je sistematizovati osnovne podloge za projektovanje pribora, izgraditi banku podataka i razviti sisteme programa za automatizovano projektovanje pribora.

## 5. Zaključci

Razvijeni model strukture integralnog sistema za projektovanje pribora omogućava izbor potrebnog pribora, za ostvarenje određene operacije obrade, različitog stepena operativne gotovosti, ako isti postoji u banci podataka i dogradnju ponuđenih rešenja ili projektovanje novog pribora, kad rešenje ne postoji. Prema tome, ovaj sistem pruža mogućnost da se, u okviru rada tehnološke pripreme proizvodnje, na efikasan način dolazi do postavljenih rešenja pribora u tekućoj proizvodnji i iznalaženje najboljih pribora pri osvajanju novih proizvoda, odnosno delova, čime se utiče na podizanje tehnoeonomskih izlaznih pokazatelja ukupnog procesa.

## 6. Literatura

[1.] Eversheim, W., Szabo, J.Z. : Grndlagen einer systematischen ver-richtungsplanung, Industrie-Anzeiger 99(1977) Nr. 20

[2.] Eversheim, W., Buchholz, G., Knauf, A. : Rechnerunterstutzte Konstruktion von Baukastenvorrichtungen, Ind.-Anz. 107(1985) Nr.10

[3.] Eversheim, W., Buchholz, G. : Rechnerunterstutzte Konstruktion von Baukostenvorrichtungen, VDI-Z Bd. 129(1987) Nr.11

[4.] Jing, W., Wang, Z., Cai, Y. : Computer-Aided Group Fixture Design, Annals of the CIRP vol. 37/1/1988.

[5.] **Kapustin, M.N., Pavlov, V.V., Kozlov, A.L. i dr.** : Dijalogovoe projek-tirovanie tehnologiĉeskikh procesov, Mašinstroenie, Moskva, 1983.

[6.] **Rodić, M., Stankov, J., Vasić, S.** : Automatic system for flexible fixtures projection, Koferencija sa medjunarodnim uĉešćem, Flexible automat- isirung '90, Bratislava, 1990.

[7.] **Rodić, M.** : Definisanje ulaznih podataka u sistemu automatizovanog projektovanja pribora, Nauĉna konferencija Industriski sistemi IS'90, Novi Sad, 1990.

[8.] **Rodić, M.** : Definisanje karakteristiĉnih naĉina pozicioniranja obradaka u priboru, Zbornik radova IPM, br. 8, Novi Sad, 1991.

[9.] **Rodić, M., Stankov, J.** : Podloge za razvoj banke podataka elemenata za oslanjanje pri prethodno definisanim karakteristiĉnim naĉinima pozicioniranja obradaka u priboru, 24. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova, Novi Sad, 1992.,

[10.] **Rodić M.** : Struktura modula za tehnoekonomsku analizu ponuĉenih rešenja pribora u okviru integralnog sistema za automatizovano projektovanje pribora, 24. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova, Novi Sad, 1992.,

[11.] **Rodić M.** : Razvoj strukture integralnog sistema za automatizovano projektovanje pribora, Doktorska disertacija, Fakultet tehniĉkih nauka, Novi Sad, 1992.

[12.] **Rodić M.** : Uporedna analiza sistema za automatizovano projek- tovanje pribora, Zbornik radova IPM, br.10, Novi Sad, 1993.

[13.] **Cvetkov, V.D.**: Sistema avtomatizaciji projektirovanjia teh- nologiĉeskikh procesov, M., "Mašinstrojenije", 1972.