Mr Dragoljub Đokić,
dipl. inž.

PROTOTIP SOFTVERA ZA ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA KVALITETA SREDSTAVA NVO

Uvod

Pored istraživanja performansi, efektivnosti i tehničkog obezbeđenja, jedan paralelan smer u oblasti zadatka operacionih istraživanja i informacionih sistema bio je obezbeđenje kvaliteta sredstava NVO. Metodologija i pristup automatizacije pomoću računara u ispitivanju kvaliteta sredstava NVO tim više su tu bili potencirani pojavom standarda serije JUS ISO 9000. [1].

Potreba automatizacije putem razvoja računarskog softvera, koja je proučena i u praksi, nije svedena samo na podršku eksperimenta provere karakteristika kvaliteta (na primer: provera pouzdanosti). Otuda je proizašao komplet softvera za ispitivanje kvaliteta sistema/uređaja/softvera (akronim: IKSUS). Softver IKSUS omogućava, dakle, po želji automatizovane proračune i izradu delova dokumentacije za definisanje zahteva kvaliteta, plana i programa ispitivanja i izveštaja o ispitivanju. Na ovakve potrebe ukazano je već u radu [2], gde su obrađivane aktivnosti ispitivanja karakteristika kvaliteta softvera.

Prototipski razvoj softvera IKSUS vođen je paralelno sa izradom idejnog projekta u vezi metodologije ispitivanja. Razume se, tome su doprinela iskustva u primeni višekriterijumskih metoda optimizacije ili rangiranja, me-

toda ekspertske statistike i ispitivanja pouzdanosti, ali i razvoj standarda serija JUS IEC 605-607 za primene jednostrukih i sekvencijalnih planova u proveru pouzdanosti proizvoda. Komplet softvera IKSUS već je u operativnom stanju i opremljen potrebnom korisničkom dokumentacijom.

Pojmovi i zahtevi u vezi sa kvalitetom proizvoda

Pojam »kvalitet« podrazumeva skup svih svojstava i karakteristika proizvoda ili usluge koji se odnose na njihovu mogućnost da zadovolje utvrđene ili izražene potrebe. Pri tome se ovaj pojam ne koristi za izražavanje stepena savršenstva tehničke ocene u kvantitativnom smislu. Zbog toga se pojmovi »nivo kvaliteta« ili »mera kvaliteta« koriste kada su na proizvodima izvršena tehnička ocenjivanja u kvantitativnom smislu. Takođe, »relativni kvalitet« je pojam koji se koristi kada se proizvodi ili usluge međusobno upoređuju, »stepen kvaliteta« ako se svrstavaju po relativnoj osnovi. Pokazatelj kategorije ili ranga, koji se odnosi na svojstva ili karakteristike, izražava se pojmom »klasa kvaliteta«, što odražava planiranu ili ostvarenu razliku u zahtevima ili na određen način priznatu razliku u upotrebi, za proizvod ili uslugu iste namene ili potrebe [1], [3].

Pomenuti pojmovi u oblasti kvaliteta, radi njihove adekvatne upotrebe, preuzeti su u skraćenom obliku iz dokumenta JUS ISO 8402. Opšti pojam »proizvod« definisan je u okviru Tehničkog komiteta ISO/TC 176, kao rezultat aktivnosti i procesa, pa može da bude materijalan i nematerijalan ili njihova kombinacija. U načelnom smislu, proizvodi su podeljeni u dva oblika opisana izrazima:

- kategorija osnovnih proizvoda i
- industrijsko-ekonomski sektor iz kojeg proizvod potiče.

Kategoriju osnovnih proizvoda, pak, čine četiri grupe:

- hardver, proizvodi koji se sastoje od izrađenih delova ili njihovih sklopova;

- softver, proizvod koji se sastoji od pisanih ili drugačije zabeleženih informacija, koncepata, transakcija ili procedura;

- procesni materijali, gotovi ili polugotovi proizvodi koji se sastoje od čvrstih tela, tečnih tela, gasova ili njihovih kombinacija, i

- usluge, nematerijalni proizvodi koji su celovit ili najvažniji deo ponude, ili ugrađena osobina ponude, koji se odnose na planiranje, prodaju, transport, ocenu, obuku ili uslugu materijalnog proizvoda. Usluge imaju vrednost najčešće u aktivnostima u određeno vreme i mesto gde su na raspolaganju kupcu.

Sredstvo NVO, označeno kao jedinstven pojam u uvodu, očigledno može da pripada bar jednoj od prve tri grupe u kategoriji osnovnih proizvoda.

Drugi internacionalni standardi, naročito oni iz serije ISO 9000, paralelno obraćaju pažnju na kompleksno obezbeđivanje kvaliteta proizvoda, preko upravljanja kvalitetom i sopstvenih standarda proizvođača. Neugovoreni ili ugovoreni (zahtevani) nivo kvaliteta proizvoda obezbeđuje se preko tri modela:

ISO 9001, tokom projektovanja ili razvoja, proizvodnje, ugradnje i održavanja;

ISO 9002, tokom proizvodnje i ugradnje, i

ISO 9003, tokom završne kontrole i ispitivanja.

Ovi modeli podrazumevaju delovanje sistema kvaliteta čiji su elementi predviđeni standardom ISO 9004. Cela ova serija standarda nosi prefiks JUS, odnosno vode se kao domaći standardi. Važno je uočiti da ugradnja kvaliteta proizvoda ili sredstva NVO treba da bude uslovljena ili vođena sistemom kvaliteta, gde se podrazumevaju organizacija, oprema i znanje za obezbeđivanje kvaliteta. Komplet softvera IKSUS odgovara i tim zahtevima, jer je istovremeno metodologija (znanje) i automatizovana oprema za ispitivanje (proveru) kvaliteta, odnosno karakteristika kvaliteta sredstava NVO. Bitno u vezi sa sredstvima NVO jeste da se kao karakteristike kvaliteta pojavljuju njihova kompleksna svojstva, pogodnost održavanja i efektivnost, a pouzdanost je u njihovoj definiciji.

Struktura prototipa softvera IKSUS

Dijapazon mogućnosti primene prototipa kompleta softvera IKSUS, kako je razmatrano u uvodu, u mnoštvu faza »životnog veka« sredstva NVO načelno je sledeći:

- u planiranju razvoja, za sagledavanje trajanja i troškova ispitivanja;

- u projektovanju, za izradu delova dokumentacije;

- u ispitivanju, za konstruisanje i sprovođenje eksperimenata;

- u obrazovanju, za sticanje osnovnih znanja o metodologiji ispitivanja, i

- u proizvodnji i održavanju, za proveru postignutog nivoa kvaliteta ili pouzdanosti.

Softverska struktura koja može da prihvati automatizaciju navedenih zadataka, u prototipskom razvoju, sastavljena je od četiri podsistema:

IPEKS — informacioni podsistem eksperimenata,

VVK — višekriterijumsko vrednovanje kvaliteta,

ESOK — ekspertska statistička ocena kvaliteta,

PLAN — jednostruki i sekvencijalni (redosledni) planovi ispitivanja kvaliteta.

Metodološku okosnicu IKSUS-a čine podsistemi VVK, ESOK i PLAN, dok je informacioni podsistem samo podrška korišćenju ovih podsistema, tako što je ugrađen i u njih a delom je to statistička baza podataka tokom eksperimenata.

Funkcionalne uloge pojedinih podsistema IKSUS-a, u globalnom smislu, prikazane su na slici 1 u četiri nivoa bez detaljnijih razmatranja. Može se videti da automatizovane primene IKSUS-a mogu da se pojave počev od faza planiranja i upravljanja do sprovođenja eksperimenata u obezbeđenju kvaliteta sredstava NVO.

Informacioni podsistem IPEKS

Prikupljanje, čuvanje i obrada podataka iz eksperimenata »merenja« kvaliteta ili pouzdanosti sredstava NVO zadaci su IPEKS-a — Informacionog Podistema Eksperimenta. U principu, svaki eksperiment iz domena ispitivanja kvaliteta sredstava NVO planira se i podrazumeva neki protokol eksperimenata, gde se registruju podaci o događajima otkaza, prekidima toka eksperimenata, popravkama, identifikaciji događaja i sredstava NVO i sl. Automatizovani vid ovakvog protokola eksperimenata, naravno sa širim mogućnostima, može da bude baza ili datoteka eksperimenata, odnosno, obuhvatnije, informacioni podsistem IPEKS.

Prepoznatljiva je funkcionalna struktura IPEKS-a, gde su taksativno:

— identifikacija sredstva NVO i njegovih delova;

— identifikacija laboratorijske opreme, hardvera i softvera;

— identifikacija izvođača eksperimenata;

— registrovanje podataka o toku eksperimenata, otkazima, prekidima i popravkama;

— obrada podataka eksperimenata;

— izrada Izveštaja o ispitivanju kvaliteta (ili pouzdanosti);

— izrada priloga o planovima i uslovima eksperimenata i slično.

Logička okosnica IPEKS-a, sa gledišta njegove potrebe u ispitivanju kvaliteta ili pouzdanosti, jeste statistička obrada pokazatelja (koeficijenata) i funkcija ponašanja sredstava NVO.

Gledano sa nivoa organizacije i upravljanja aktivnostima ispitivanja kvaliteta datog sredstva NVO, postoje tri operativna perifernijska bloka šeme na slici 1 za ekscitaciju IPEKS-a:

— laboratorijski, za rukovanje delovima laboratorijskih uređaja i njihovo povezivanje (u eksperimentu),

— ulazni, za unošenje i smeštanje podataka u datoteke, kao i generisanje zahteva za primenu programskih paketa, i

— izlazni, za dobijanje raznih izveštaja i priloga dokumentaciji razvoja sredstva NVO.

Jasno je da u dinamici rada IPEKS-a pri tome učestvuju kako sopstveni programski moduli za prihvatanje, kontrolu i obradu podataka iz baze podataka, tako i pomoćni programski moduli operativnog sistema ili simulacije/manipulacije baze podataka. Ovi poslednji moduli praktično se mogu smatrati delovima šemirane laboratorijske opreme za konkretno ispitivanje kvaliteta ili pouzdanosti.

Sl. 1

Tema eksperimenta: **List:**

Uslovi:

Sistem/podsystem: **Sredstvo:**

[illegible]

Sl. 2 — Protokol ispitivanja

Od značaja za konstruisanje baze podataka IPEKS-a jeste sastav protokola ispitivanja (eksperimenta). Zaglavlje jednog takvog protokola za ispitivanje (proveru) pouzdanosti sredstava NVO pri konstrukcionom ili prijemnom tipu eksperimenta prikazano je na slici 2. To zaglavlje ukazuje na sastav sloga automatizovane baze podataka, dok se u statističkoj obradi zatim izdvajaju, grupišu u uzorku ili sekvencijalno obrađuju podaci o značajnim (relevantnim) otkazima konkretnog sredstva NVO. Budući da je baza statističkog karaktera, poštujući i redosled registrovanja slogova takvog protokola, organizacija baze »sirovih« podataka IPEKS-a takođe je sekvencijalna.

Treba reći da je jedna prednost automatizovane baze podataka IPEKS-a u tome što je ona u izvesnom smislu istorijska. Po tome, podaci iz eksperimenta mogu da budu obrađivani tokom samog eksperimenta, ali i kasnije, prema potrebi. U principu, eksperimentu je izloženo istovremeno više sredstava NVO istog tipa — reprezentni statistički uzorak, shodno primenjenoj metodi iz skupa automatizovanih modula paketa PLAN. U slučaju sekvencijalnog (redoslednog) plana provere pouzdanosti sredstava NVO, već se kroz sam paket PLAN generiše izlazna informacija o prihvatanju ili odbijanju, odnosno o nastavljanju toka eksperimenta ili njegovom prekidanju.

Savremeni softverski proizvodi u područjima organizacije rada i poslovnih sistema, zatim u oblasti operativnih sistema i komunikacija, koji se nabavljaju na tržištu, praktično se mogu prema potrebi primeniti u IPEKS-u. Ovakav pomoćni softver raspoloživ je naročito za tzv. tip personalnih računara, ali i za veće računarske sisteme. Praktično, za postavljanje IPEKS-a u operativno stanje nije potrebna izrada nekog novog softvera, već primena postojećih softverskih paketa za razvoj »baza podataka«. Informaciona baza eksperimenta, kao deo šireg podsistema IPEKS, delom je već obrađena u radu

[2]. Inače, prototip softverskog kompleta IKSUS ispitan je i operativno upotrebljiv kako na velikim računarskim sistemima opšte namene (npr. VAX), tako i na standardnim personalnim računarima.

Ugrađene metode za ispitivanje kvaliteta sredstava NVO

Softverski komplet, naglašeno na slici 1 da pripada nivou 2, prototipa IKSUS-a predstavlja softverski realizovanu metodu opremu laboratorije za ispitivanje kvaliteta sredstava NVO. Pri tome, samo ispitivanje karakteristika kvaliteta može da bude kao tip (višekriterijumskog) vrednovanja, verifikacije ili provere, zavisno od faze razvoja sredstva NVO i primenjene metode. Kako je za prototip IKSUS-a već urađena određena softverska dokumentacija, uputstva za korisnika i dr., a i zbog ograničenog prostora biće izložene samo osnove ugrađenih algoritama sa nekim primerima.

Višekriterijumsko vrednovanje i verifikacija kvaliteta

Glavne razlike između vrednovanja i verifikacije kvaliteta proizlaze praktično iz toga što se vrednovanje kao tip ispitivanja primenjuje na funkcionalne karakteristike ili performanse sredstva NVO, a verifikacija se odnosi na faze životnog veka (međufazno ispitivanje) po određenim karakteristikama datog sredstva NVO. Budući da se nivo kvaliteta ili relativni kvalitet sredstva NVO najčešće posmatra (meri) preko više karakteristika, ispitivanje dobija atribut »višekriterijumsko«. Zapravo, uputno je primenjivati metode za optimalno sagledavanje nivoa kvaliteta ili relativnog nivoa kvaliteta.

Posvećujući posebnu pažnju već razvijenim metodama višekriterijumske optimizacije ili rangiranja [4] gde se može relativno lako uspostaviti analo-

gija između definicija kriterijumske funkcije (kriterijuma) i definicija karakteristika kvaliteta proizvoda, može se doći do zaključka o njihovoj primeni u ispitivanju kvaliteta proizvoda. Na primer, u radu [5] detaljno je urađen opit višekriterijumskog vrednovanja softvera po kvalitetu primenom metode iterativno kompromisno rangiranje. Tu je praktično »meren« relativni kvalitet uzimajući u obzir devet karakteristika kvaliteta poznatog softverskog paketa.

Pristup višekriterijumskog vrednovanja kvaliteta proizvoda, ugrađen u programski paket VVK, formalno može da se definiše tako da se skupom diskretnih alternativa $E = \{e_i\}$, $i=1, I$, predstavljaju ocene kvaliteta. Pretpostavka je da je skup E u »blizini rešenja«, konačan i uređen. Kako je svaki zadatak višekriterijumske optimizacije ili rangiranja poseban, a njegovo postavljanje podrazumeva i izbor pravila o optimizaciji ili rangiranju na skupu izabranih karakteristika (kriterijuma) kvaliteta, on može da se formalizuje dvojkom $\{E, o\}$. Algoritam višekriterijumskog vrednovanja kvaliteta pomoću računara dalje može da se kompletira izborom, na primer, metode iterativnog kompromisnog rangiranja. Ovakav algoritam sa metodološkim detaljima predstavljen je u uputstvu [6].

Ekspertska statističko ocenjivanje kvaliteta

Primena ekspertskih metoda ocene kvaliteta proizvoda moguća je u vrlo različitim uslovima: sa učešćem ljudi ili sa učešćem mernih uređaja u uloga- ma eksperata. U drugom slučaju najčešće su u pitanju automatizovani ili automatski vidovi kontrole karakteristike kvaliteta. U oba slučaja primene uslovno se nameće zadatak ocene regularnosti statističke ocene, koja na izvestan način znači kontrolu kvaliteta samih eksperata.

Metodološki pristup ekspertske statističke ocene u postavci eksperimenta može da se formuliše, pri izabranoj karakteristici kvaliteta datog proizvoda, preko skupova eksperata $E = \{e_1, e_2, \dots, e_j, \dots, e_m\}$ i objekata $S = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n\}$. Radi automatizovane kontrole kvaliteta eksperata iz skupa E posmatra se takođe skup $R = \{r_{ij}, r_{2j}, \dots, r_{ij}, \dots, r_{nm}\}$ čiji su elementi $r_{ij} \in R$, $j=1, n$, $i=1, n$ ekspertske ocene objekata iz skupa S . Pri tome, (ne)određenost mesta pojedinačne ocene kvaliteta r_{ij} uzrokovana je delom različitošću kvaliteta (osposobljenosti) eksperata iz skupa E . Transformacijom skupa R , odnosno njegovim preslikavanjem u skup verovatnoća P , $R \rightarrow P$, može da se dobije informacija o kvalitetu ekspertske ocene. Ovde proizvoljni element skupa P ,

$$p_{ik} = \frac{(m_{ik})}{m} \quad (1)$$

predstavlja tada verovatnoću toga da bi se objekat s_i našao na k -tom mestu u proceduri ekspertskog ocenjivanja.

Programski paket ESOK, dakle, osim izračunavanja ekspertske ocene kvaliteta sadrži i aspekt ocene regularnosti ove ekspertske statističke ocene. Glavni koraci ugrađenog algoritma SE-ko [7] u ovaj softverski paket su:

1. šematizovanje nizova podataka na ulazu na osnovu sadržaja skupova E i S . Matrična šema uzeta je kao pogodan oblik za organizovanje skupa R ;

2. preslikavanje na skup P , $R \rightarrow P$, odnosno u matričnu formu

$$\| P \| = \begin{vmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{ik} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & \dots & p_{22} & \dots & p_{2k} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & \dots & p_{n2} & \dots & p_{nk} & \dots & p_{nn} \end{vmatrix} \quad (2)$$

3. kontrola normiranja verovatnoća po vrstama matrične šeme

$$\| P \|, \sum_{k=1}^n p_{in} = 1 \quad (3)$$

4. izračunavanje matematičkog o-

$$\text{čekivanja } M_i = \sum_{k=1}^n k \cdot p_{ik} \quad (4)$$

i standardne devijacije

$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{k=1}^n (k - M_i)^2 \cdot p_{ik}} \quad (5)$$

za svaki elemenat skupa S;

5. izračunavanje neodređenosti mesta koje zauzima i-ti objekat posle procedure rangiranja:

$$H_i = - \sum_{k=1}^n p_{ik} \ln p_{ik}, \quad (6)$$

kao i ukupnu neodređenost H;

6. izračunavanje koeficijenta usaglašenosti ocene

$$V = 1 - \frac{H}{H_{\max}}, \quad H_{\max} = -n \cdot \ln n; \quad (7)$$

7. organizovanje i prikazivanje rezultata.

Ocena kvaliteta po jednostrukim i sekvencijalnim statističkim planovima

Reprezentni statistički uzorak, na kojem može da se zasniva eksperiment ocenjivanja kvaliteta proizvoda, omogućava uslov regularnosti ocene ali ne i najjeftiniji eksperiment. Nasuprot tome, sekvencijalni plan zasnovan na statistici Wald-a omogućava jeftiniji eksperiment ocene (provere) karakteristike kvaliteta. U oba tipa statističkog eksperimenta, tj. njihov planski i programski deo, može da se koristi programski paket PLAN. Inače, njegov metodološki sadržaj odgovara postojećim standardima JUS IEC 606-6, 605-4, IEC 605-6.

Prihvatajući metodologiju obrađenu u radu [2], prototipski razvoj programskog paketa PLAN obuhvata znatno šire područje primene. Taksativno, njegove posebne automatizovane metodске celine su:

— formiranje datoteke jednostrukih planova kada je karakteristika kvaliteta srednje vreme do/između otkaza proizvoda,

— formiranje datoteke jednostrukih planova kada je karakteristika kvaliteta verovatnoća otkaza/neispravnosti proizvoda,

— formiranje sekvencijalnog plana, sa grafikom, kada je karakteristika kvaliteta srednje vreme do/između otkaza proizvoda, i

— formiranje sekvencijalnog plana, sa grafikom plana, kada je karakteristika kvaliteta verovatnoća otkaza/neispravnosti proizvoda.

Uputstvo za korisnika [8] daje sva neophodna uputstva upotrebe za navedene programske celine paketa PLAN, sa primerima. Takođe, zavisno od raspoložive računarske hardverske opreme, moguća je upotreba ekrana pri interaktivnom radu ili samo štampača. Ugrađena je takođe i korisnička komunikaciona programska jedinica, koja vodi korisnika pri izboru, unosu i prikazivanju podataka.

Eksponecijalna, jednoparameterska raspodela vremena rada do/između otkaza uzima se kao model pouzdanosti proizvoda kao karakteristike kvaliteta. Parametar eksponecijalne raspodele tada je srednje vreme do/između otkaza — m_z , zahtevana vrednost. Tako, u jednostrukom planu organizovanog eksperimenta testira se vrednost m_z , ili pri završavanju eksperimenta ukupnim brojem otkaza r_0 ili pri ukupnom vremenu trajanja eksperimenta T_0 . U odnosu na gornju $\bar{m}_z$ i donju granicu $\underline{m}_z$ zahtevane vrednosti m_z , definišu se verovatnoće

$$\alpha = P\{m > \bar{m}_z\}, \text{ rizik kupca i} \quad (8)$$

$$\beta = P\{m < \underline{m}_z\}, \text{ rizik prodavca,} \quad (9)$$

proizvoda čije je postignuto srednje vreme do/između otkaza $m = \frac{T_0}{r_n}, r < r_0,$

$T < T_0$, tačkasta ocena po jednostrukom planu, odnosno statističkom reprezentnom uzorku.

Umesto m_z kao karakteristika kvaliteta može da se testira p_z — verovatnoća otkaza/neispravnosti proizvoda. No, i u slučaju parametra m_z i p_z kao ocenska raspodela verovatnoća koristi se Puasonova raspodela, na jednostrukom planu eksperimenta. Razume se, statistički uzorak većeg obima n vodi boljoj tačkastoj oceni postignute vrednosti p ili m .

Sekvencijalni plan eksperimenta podrazumeva da se posle svakog relevantnog otkaza ispitivanog proizvoda testira postignuta pouzdanost, pa se eksperimenti nastavljaju ili prekidaju, po planu. Kako sama izrada sekvencijalnog plana, tako i testiranje postignute vrednosti m , ili p , u odnosu na zahtevane vrednosti m_z , ili p_z , respektivno, kao postupci su automatizovani programskim paketom PLAN. Kako se stalno kontroliše ukupno vreme trajanja ispitivanja, ili ukupan broj otkaza, to se sa većim obimom statističkog uzorka takođe skraćuje i pojednostavljuje ispitivanje. U principu, najmanje što je potrebno za definisanje (izradu) sekvencijalnog ili redoslednog plana ispitivanja jesu faktor diskriminacije

$D = \frac{\bar{m}_z}{\underline{m}_z}$, α i β . U smislu postavljanja zahteva ponekad se $\underline{m}_z = m_1$ naziva neprihvatljivim, a $\bar{m}_z = m_0$ prihvatljivim srednjim vremenom do/između otkaza.

Ilustrativni primer

Više brojeanih primera već je uključeno u komunikacionu programsku

Sl. 3 — Generalisani plan opita

Sl. 4 — Grafik operativne karakteristike

jedinicu korisnik-računar, kao pokazni primeri za obuku korisnika programskih paketa. Najbolju ilustrativnost, međutim, omogućava programski paket PLAN pri definisanju sekvencijalnog plana. Tu je, pored pratećih brojeanih podataka, neophodno formirati slike plana testa, radne karakteristike i dr.

Zavisno od raspoložive opreme, personalni računar ili računar opšte namene, kao i od potrebe, izračunavanje pokazatelja i formiranje slike sekvencijalnog plana opita mogu da se organizuju različito.

U principu, formira se »generalisana« slika sekvencijalnog plana opita za ulazne podatke α , β i $D = m/m_1$, dok je zahtevane pokazatelje m_0 ili m_1 moguće izvesti iz prikazanih podataka. Na primer, jedan takav sekvencijalni plan kao automatizovani izlaz primene pro-

gramskog paketa PLAN prikazan je na slici 3. Tu su prikazani i ulazni podaci i očekivane vrednosti pokazatelja sekvencijalnog plana opita. Ovi zadnji podaci dobijaju se delom na osnovu grafika na slikama 4 — radna karakteristika i 5 — očekivano vreme ispitivanja do odluke. Treba uzeti u obzir da se uz grafik sekvencijalnog plana na slici 3 može pomoću »miša« pratiti tačka odluke tokom opita.

Naravno, u ovom radu nema prostora da bi se mogle prikazati sve različite mogućnosti složenog programskog paketa PLAN. Ali, pod pretpostavkom da se poznaju sadržaji bar postojećih standarda MIL-STD 781 C ili JUS IEC 605-6, moguće je već na osnovu datog primera na slikama 3, 4 i 5 naslutiti te mogućnosti, kad je sam postupak oko primene ovih standarda automatizovan

pomoću računara. Podacima iz tabela 1 i 2, koji se takođe automatizovano dobijaju, mogućnosti primene programskog paketa PLAN samo se proširuju u ispitivanju karakteristika kvaliteta sredstava NVO.

Deo konstrukcijskog ili prijemnog ispitivanja nekog sredstva NVO koje se, na primer, odnosi na proveru pouzdanosti može da bude formulisano na uobičajeni način: neka se traži provera zahteva $m_0 = 5000$ h. Tada može da bude izabran test sekvencijalnog (redoslednog) ispitivanja plana simetričnih rizika proizvođača i naručioca, $\alpha = \beta = 0,10$, sa povoljnim faktorom diskriminacije $D = m_0/m_1 = 2$. Jasno je da onda može da se upotrebi generalisani grafik plana opita kao na slici 3. Na toj slici date su i očekivane vrednosti parametara plana iz kojih, na primer, pro-

izlazi da bi ukupno vreme ispitivanja do odluke moglo da iznosi $T = m_1 \cdot 10,9302 = 2500 \cdot 10,9302 \approx 27325$ h i broj otkaza $r = 15$. Grafik na slici 3 sadrži tri karakteristične oblasti:

»I« — oblast odbacivanja hipoteze da je $m = m_0$, odnosno prekidanja ispitivanja, jer dato sredstvo NVO nema svojstvo pouzdanosti koja se zahteva,

»II« — oblast nastavljjanja opita, ako tačka generisana brojem otkaza padne u nju, i

»III« — oblast pozitivne odluke o prihvatanju hipoteze $m = m_0$, kada se ispitivanje završava.

Ako se raspolaže terminalom sa mišem, onda se položaj tačke odluke tokom redoslednih opita može pratiti u realnom vremenu po generisanom grafiku na ekranu. Svako stanje posle

Sl. 5 — Grafik očekivanog vremena do odluke

izvođenja opita može, takođe, biti upućeno na štampač (kako su dobijene sve slike 3, 4, 5 i tabele 1 i 2). Zna se, po pomenutim standardima MIL ili JUS (kao i po SNO 4264), da je za pozitivnu odluku dovoljno da tačka padne na liniju razgraničenja oblasti II i III. Svi podaci i grafici na pomenutim slikama i tabelama od koristi su, dalje, za izradu plana i programa ispitivanja i izveštaja o ispitivanju, kao što se to zahteva po standardu SNO 4264. Treba reći da tačka odluke u opitima može doći i pre izračunatih očekivanih vrednosti broja otkaza r i ukupnog vremena T .

Tabela 1

*Sekvencijalni plan ispitivanja:
(nezavisna promenljiva je vreme ispitivanja)*

Vreme ispitivanja	Broj otkaza	
	Prihvatiti	Odbaciti
0.1 do 1.1	***	4
1.2 do 2.5	***	5
2.6 do 3.9	***	6
4.0 do 4.3	***	7
4.4 do 5.3	0	7
5.4 do 5.7	0	8
5.8 do 6.6	1	8
6.7 do 7.1	1	9
7.2 do 8.0	2	9
8.1 do 8.5	2	10
8.6 do 9.4	3	10
9.5 do 9.9	3	11
10.0 do 10.8	4	11
10.9 do 11.3	4	12
11.4 do 12.2	5	12
12.3 do 12.7	5	13
12.8 do 13.6	6	13
13.7 do 14.0	6	14
14.1 do 15.0	7	14
15.1 do 15.4	7	15
15.5 do 16.8	8	15
16.9 do 18.2	9	15
18.3 do 19.6	10	15
19.7 do 20.1	11	15
20.2	14	15

Tabela 2

*Sekvencijalni plan ispitivanja:
(nezavisna promenljiva je broj otkaza)*

Broj otkaza	Vreme ispitivanja	
	Prihvatiti	Odbaciti
0	4.4	***
1	5.8	***
2	7.2	***
3	8.6	***
4	10.0	1.1
5	11.4	2.5
6	12.8	3.9
7	14.1	5.3
8	15.5	6.6
9	16.9	8.0
10	18.3	9.4
11	19.7	10.8
12	20.2	12.2
13	20.2	13.6
14	20.2	15.0
15	***	20.2

Zaključak

Vrednovanje, verifikacija ili provera nivoa kvaliteta ili relativnog kvaliteta mogu da se pojave kao zahtevi, odnosno metodološki obrađeni postupci, u sastavu konstrukcijskih ili prijemnih ispitivanja sredstava NVO. Njihovo izvođenje mora da bude saobraženo standardima serije JUS ISO 9000. Takav je upravo metodološki sadržaj prototipa softverskog kompleta razmatranog u ovom radu. Autonomnost, moguća primenljivost i potreban nivo automatizacije omogućavaju da se programski paketi VVK, ESOK i PLAN posmatraju kao deo opreme laboratorije za atestiranje kvaliteta. Konačno, softverska automatizacija postupaka »merenja« karakteristika kvaliteta je i bio bliži cilj u zadatku operacionih istraživanja u oblasti informacionih i računarskih sistema sa primenom u siste-

mima NVO. Premda u znatno širem vidu, ovaj rad kompletira izloženu materiju u objavljenom radu [2]. Namera

ovde nije bila stvaranje nekog tipa ekspertskog sistema, ali je i takva mogućnost evidentna.

Literatura:

- [1] Brkić D.: Priručnik za primenu serije standarda JUS ISO 9000. SZS, Beograd, 1992.
- [2] Đokić D.: Osnovne aktivnosti za proveru pouzdanosti softverskog koda, Vojnotehnički glasnik, 1992.
- [3] Grupa autora: Vizija 2000, zbornik radova, »Posl. politika«, Beograd, 1992.
- [4] Opricović S.: Višekriterijumska optimizacija, »Naučna knjiga«, 1986.
- [5] Đokić D.: Višekriterijumsko vrednovanje softvera po kvalitetu, Naučno-tehnički pregled, 1991, 10.
- [6] Đokić D.: Modeli i primene metode IKOR u zadacima višekriterijumske optimizacije, VTI 08-01.114, Beograd, 1991.
- [7] Đokić D.: Algoritam za utvrđivanje regularnosti ekspertskih statističkih ocena, Naučno-tehnički pregled, 1993, 6 (u štampi).
- [8] Ristić B.: Uputstvo za korišćenje paketa programa PLAN na PC IBM AT kompatibilnim računarima, VTI-08-04-0017, Beograd, 1993.