

Jovo T. Tausović*
Drago D. Šerović**

YU ISSN 0469-6255
NAŠE MORE 38 (1-2)29(1991)

AUTOMATIZOVANI SISTEMI UPRAVLJANJA BRODOM

UDK 629.12.014.5-52

Pregledni rad

Sažetak

Podjela upravljanja brodom na njegovo komercijalno (poslovno) i nautičko (navigacijsko-tehničko) upravljanje omogućava razmatranje automatizovanih sistema komercijalnog i automatskih sistema nautičkog upravljanja brodom na svih pet njegovih hijerarhijskih nivoa kao i plovnog i transportnog sredstva i kao elementa sistema pomorskog saobraćaja, sistema pomorskog transporta i brodarske organizacije. Pored osnovnih elemenata upravljanja brodom u radu su date osnove automatizovanog sistema komercijalnog upravljanja i automatskog sistema nautičkog upravljanja brodom.

THE AUTOMIZED SHIP MANAGEMENT SYSTEMS

Abstract

The classification of the ship management into her commercial (business) and nautical (navigational-technical) management enables the examination of the automatized systems of the commercial ship management and the automatic systems of the nautical ship directing at all her five hierarchical levels, as a floating and transportational means and, as the element of the maritime traffic system, the maritime transport system and a shipping organization. Besides the basis of the ship management, the essay deals with the basis of the automatized systems of the commercial management and the automatic systems of the nautical ship directing.

1. PRETHODNA RAZMATRANJA

Savremena proizvodnja zahtijeva optimalno iskorišćavanje transportnih sredstava koja se koriste u njenom sveukupnom proizvodnom procesu. Ovakvi zahtjevi posebno su naglašeni kod iskorišćavanja (morskih) brodova kao posebne vrste transportnih sredstava morem. Optimalno upravljanje brodom tokom njegovog iskorišćavanja mora mora biti zasnovano i na primjeni metoda i tehnika teorije sistema, korišćenju informaciono-računarskih sistema i donošenju i realizaciji odluka na kibernetским osnovama. Samo ovakav prilaz upravljanju brodom pruža mogućnost uvođenja savremenih

automatizovanih sistema upravljanja na svim nivoima, počev od samog broda pa do brodarske organizacije kojoj on pripada.

Brod je jedino moguće sredstvo transporta (tereta i ljudi) morem. On se kao tehnički sistem (brodogradevni proizvod) može definisati i kao skup tehničkih elemenata međusobno povezanih na isti način da obezbijedi optimalan transport određene vrste i količine tereta, ili određenog broja ljudi, na datoj relaciji. Kada se brodu kao tehničkom sistemu obezbijedi odgovarajuća posada on postaje organizacioni sistem koji je u stanju i da realizuje takve transporte. Kao samostalni organizacioni sistem brod je osnovna plovna i transportna jedinica, a kao podsistem on može pripadati većim organizacionim cjelinama, tj. sistemu pomorskog saobraćaja, sistemu pomorskog transporta i organizacionom sistemu posebne vrste nazvanom brodarska organizacija, kao i opštem transportnom sistemu (1/950).

Definisanjem sistema kao skupa sastavljenog od komponenata (elemenata), relacija između njegovih komponenata i osobina takvih komponenata i relacija, određen je cilj postojanja sistema. Samo upravljanje sistemom može se definisati kao proces djelovanja na sistem odgovarajućim akcijama, trenutnim ili trajnim, sa težnjom postizanja određenog cilja ili skupa ciljeva na efikasan način. Akcije se sastoje od planiranja, organizovanja i kontrole izvršenja za tehničke sisteme, kao i od obezbjeđenja kadrova i odabiranja rukovodećeg osoblja za organizacione sisteme.

2. SISTEM UPRAVLJANJA BRODOM

Sistem upravljanja brodom kao plovnim sredstvom na sopstveni pogon, koji služi za transport tereta i prevoz ljudi morem, predstavlja skup svih elemenata potrebnih upravljanju brodom sa njihovim međuvezama i osobinama, uključujući i niz donesenih odluka i preduzetih akcija. U zavisnosti od toga da li se brod posmatra kao samostalni sistem ili kao element nekog većeg sistema, sistem upravljanja brodom je hijerarhijski organizovan u pet nivoa upravljanja, i to:

- 1) upravljanje brodom kao plovnom jedinicom (sredstvom);
- 2) upravljanje brodom kao elementom (komponentom) sistema pomorskog saobraćaja;
- 3) upravljanje brodom kao transportnim sredstvom (jedinicom);

* dr Jovo T. Tausović, v.prof.
Fakultet za pomorstvo, Kotor
** dr Drago D. Šerović, v.pred.
Fakultet za pomorstvo, Kotor

- 4) upravljanje brodom kao elementom (komponentom) sistema pomorskog transporta i
- 5) upravljanje brodom kao elementom (komponentom) brodarske organizacije (pa i jednog njenog sistema pomorskog transporta).

Svaki nivo hijerarhijskog upravljanja brodom raspolaže svojim sistemom i određenim brojem podsistema nižih nivoa upravljanja.

Upravljanje brodom na svim njegovim nivoima može biti:

1. komercijalno (poslovno) upravljanje brodom i
2. nautičko (navigacijsko-tehničko) upravljanje brodom

Sistem komercijalnog upravljanja brodom najvećeg hijerarhijskog nivoa smješten je u sjedištu brodarske organizacije, a njegovi podsistemi na njenim brodovima. Sistem nautičkog upravljanja brodom nalazi se na samom brodu, a sistem njegovog višeg nivoa, ukoliko on postoji za određeno plovno područje, smješten je na kopnu. Sistem upravljanja brodom smješten na brodu istovremeno obavlja i komercijalno i nautičko upravljanje brodom na način da je njegovo nautičko upravljanje u funkciji komercijalnog upravljanja. Dakle, upravljački sistem broda je u funkciji sigurnosnog i ekonomičnog (uz poštovanje svih zahtijevanih standarda) prevoza ljudi i tereta.

Podjela upravljanja brodom na njegovo komercijalno (poslovno) i nautičko (navigacijsko-tehničko) upravljanje brodom omogućava realizaciju automatizovanih sistema komercijalnog upravljanja i automatskih sistema nautičkog upravljanja brodom na način da jedinstveni automatizovani sistem upravljanja brodom bude automatizovan u najvećem dijelu cjelokupnog upravljanja sa mogućnošću razvoja automatskog sistema njegovog nautičkog upravljanja.

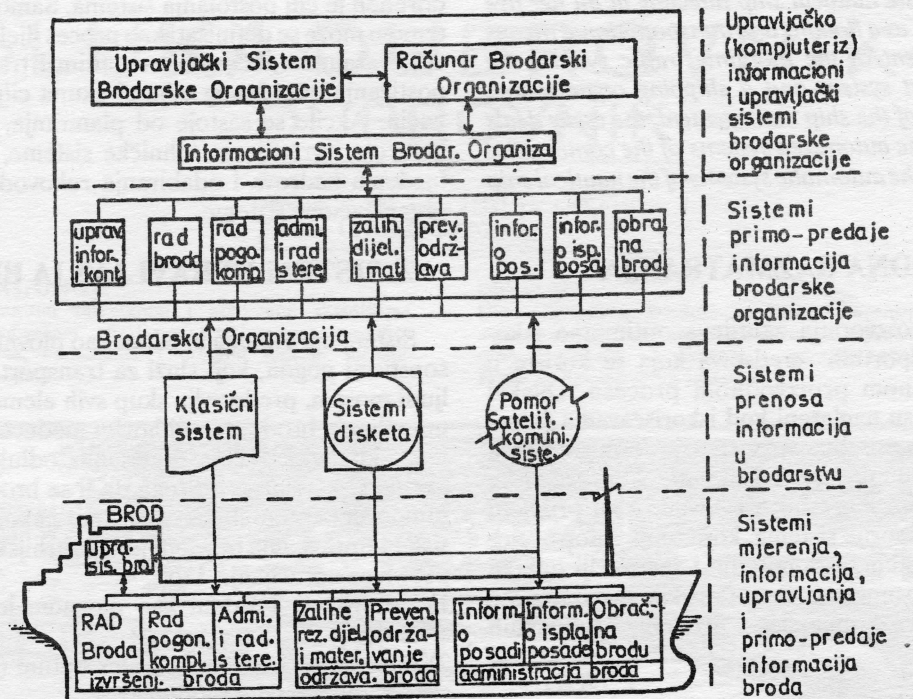
Savremeno upravljanje u brodarstvu zahtijeva posjedovanje odgovarajućih upravljačkih informacionih sistema brodarske organizacije, koji treba da se sastoje od glavnog upravljačkog informacionog sistema smještenog u sjedištu brodarske organizacije, skupa pomoćnih upravljačkih informacionih sistema smještenih uglavnom na brodovima i skupa sistema prenosa informacija (slika 1) (2/32). Za potrebe upravljačkih informacionih sistema brodarska organizacija treba da posjeduje snažne računarske sisteme, brodovi treba da su snabdjeveni mikroprocesorima velikih mogućnosti, a za sisteme prenosa informacija i podataka treba da se koriste klasični i savremeni sistemi. Među savremenim sistemima prenosa informacija u brodarstvu posebno se ističu sistemi disketa i pomorsko-satelitski komunikacioni sistemi. Informacije koje glavni upravljački informacioni sistem dobija od pomoćnih upravljačkih sistema uglavnom se koriste za kontrolu operacija i kontrolu upravljanja, dok su za strategijsko planiranje od male koristi.

Osim upravljačkih informacija, glavni i pomoćni upravljački sistemi razmjenjuju sljedeće informacije:

- 1) Izvršenja broda: rad (operacije) broda, rad pogonskog kompleksa i administracija i rad s teretom.
- 2) Održavanje broda: stanje (zalihe) rezervnih dijelova i materijala i preventivno održavanje broda.
- 3) Administracija broda: informacije (i podaci) o posadi, informacije o isplatama posade i sva obračunavanja na brodu (2/33).

3. AUTOMATIZOVANI SISTEM UPRAVLJANJA BRODOM

Korišćenjem elektronskih računara i druge opreme na svim upravljačkim nivoima broda, ili upravljanja u brodarskoj organizaciji, stvara se tehničko-tehnoška



Slika 1. Funkcionalni dijelovi savremenih upravljačkih - kompjutorizovanih informacionih sistema brodarske organizacije

osnova za uvođenje automatizovanih sistema upravljanja brodom. Automatizovano upravljanje brodom zahtijeva, pored ostalog, odgovarajuću strukturu (organizaciju) čitavog sistema upravljanja počev od upravljačkih sistema brodova pa sve do upravljačkih sistema broderske organizacije kojoj oni pripadaju. Kako ovakve organizacione strukture moraju biti "praćene" i odgovarajućim funkcionisanjima upravljačkih sistema, to se na njihovoj uspješnosti i zasniva stepen automatizacije ovakvih upravljanja.

Da bi se na brodu moglo realizovati automatizovano, ili njegov najveći dio automatsko, upravljanje brodom, pored razvijenih njegovih hardverskih i softverskih dijelova, posada broda mora biti obučena za izvršenje daleko šireg obima upravljačkih funkcija i njihovih realizacija (operacija) jer su brodovi sve integralniji dijelovi složenih transportnih sistema koji su subjekt različitih jurisdikcija, kontrola i uticaja (veza). Ovakva obučenost treba biti nadgradnja tradicionalnim zahtjevima rukovanja, operiranja i cjelokupnog vođenja broda, budući da se računari, brodska automatika, automatsko izbjegavanje sudara, automatska navigacija, sistemi planiranih održavanja, sistemi rezervnih dijelova i ostala savremena dostignuća sve više uključuju u brodarstvo i postaju redovna karakteristika savremenih brodova.

Na najnižem nivou upravljanja brodom kao tehničkim plovnim sredstvom realizovan je njegov automatski sistem upravljanja. Prema višim hijerarhijskim nivoima upravljanja brodom sve manji dio upravljačkih funkcija i njihovih procesa je moguće automatizovati. Bitni razlozi za ovo su:

1. Ograničenost korišćenja raspoloživih informacija o stanjima okoline sistema i informacija o unutrašnjim stanjima sistema na određenim upravljačkim nivoima broda;
2. Nemogućnost cjelokupnog povjeravanja svih upravljačkih funkcija broda (planiranje, kontrola i realizacija) na višim upravljačkim nivoima računaru gdje algoritamsko upravljanje zamjenjuje heurističko odlučivanje;
3. Različitosti vremena potrebnih za planiranje i kontrolu upravljačkih procesa na pojedinim upravljačkim nivoima.

Informacije o stanjima okoline broderske organizacije i o stanjima same broderske organizacije predstavljaju neophodne elemente upravljanja brodom diktirane samom prirodom brodarstva kao privredne djelatnosti. Glavne karakteristike brodarstva koje određuju potrebne informacije su prostorna distribucija, intenzivno ulaganje, selektivni tok informacija, relativno slobodno pomorsko tržište, raznovrsnost učesnika i poslova, dugoročnost realizacije i promjenljivi intenzitet tražnje broderskih usluga (2/29). Ako se ovakav značaj informacija poveže sa sve većim stepenom složenosti brodske tehnologije; strukture broderskih organizacija; uloge i funkcije broda; integracije transportnih sistema; održavanja broda; zakrčenja pojedinih plovniha područja; slobode brodarstva i pomorske trgovine; jurisdikcije broderskih (pomorskih) puteva, obalnih i otvorenih voda; vlasništva broda i slično, to on nužno zahtijeva da se automatizovani sistem upravljanja brodom zasniva na principima novih metoda rješavanja zadataka, kvalitetnijeg učešća čovjeka, jedinstvene informacione baze, specijalizovanih softvera i sistematskog pristupa.

Savremeni automatizovani sistem upravljanja brodom je složen sistem komercijalnog i nautičkog upravljanja. To je integralna cjelina sastavljena od pojedinih međusobno povezanih podistema kao podsystem donošenja strategijskih i operativnih odluka komercijalnog upravljanja brodom, podsystem personalnih informacija, podsystem obračunavanja, podsystem zaliha, podsystem održavanja, podsystem nautičkog upravljanja brodom, podsystem rada s teretima na brodu, podsystem (opšte) administracije broda i podsystem rada (operiranja) broda.

Komercijalno upravljanje brodom je sinonim za donošenje komercijalnih odluka. Najbitnije strategijske i operativne komercijalne, nazvane i broderske, odluke na svim nivoima date su pregledom 1 (3/238). U broderskoj organizaciji često je potrebno donositi više jednovremenih ili uzastopnih komercijalnih odluka, što kao posljedicu ima da su složene komercijalne odluke kombinacije više odluka različitih upravljačkih nivoa.

Pregled 1.
Komercijalne odluke broderske organizacije

Odluke o obezbjeđenju broderskih kapaciteta	Odluke o iskorišćavanju postojećih brod.kap.	Odluke o oslobađanju brod. kapaciteta
1) Povraćaj broda iz raspreme	1) Prevoz stvari cijelim brodom, razmjernim dijelom broda ili određenim broderskim prostorom za jedno ili više putovanja	1) Stavljanje broda u raspremu
2) Nabavka novih ili polovnih brodova	2) Prevoz pojedinih stvari	2) Prodaja ili rashodovanje broda
3) Završetak pregleda broda za klasu	3) Prevoz putnika	3) Priprema i pregled broda za praksu
4) Uzimanje broda u zakup		4) Davanje broda u zakup
5) Uzimanje broda sklapanjem ugovora na vrijeme		5) Davanje broda sklapanjem ugovora na vrijeme
6) Povraćaj (sopstvenog) broda iz zakupa		6) Povraćaj zakupljenog broda (njegovom vlasniku)
7) Povraćaj sopstvenog) broda završetkom ugovora na vrijeme		7) Povraćaj broda završetkom ugovora na vrijeme (njegovom vlasniku)

4. AUTOMATSKI SISTEM UPRAVLJANJA BRODOM

Projektovanje automatskog sistema upravljanja brodom (nautičko upravljanje) predstavlja složen nautičko-tehnički problem u smislu tehničkih raznovrsnosti komponenata, složenosti kinematičkih i dinamičkih veza u objektima, uslova sredine u kojoj se vrši kretanje, kao i posebnih zahtjeva na tačnost i sigurnost funkcionisanja sistema. Poseban problem predstavlja promjena dinamičkih karakteristika broda tokom plovidbe.

Automatsko upravljanje brodom je efikasno u hijerarhijskoj strukturi gdje se izdvajaju šest nivoa upravljanja.

1. Ručno upravljanje izvršnim mehanizmima sa lokalnog mjesta upravljanja. Ovaj nivo automatizacije upravljanja se koristi samo u havarisanim situacijama.

2. Distanciono upravljanje izvršnim mehanizmima, pri čemu su moguća dva režima rada: pri odsustvu obratne veze po položaju upravljačkog organa (distanciono upravljanje) i uz prisustvo obratne veze (slijedno upravljanje).

3. Automatsko upravljanje kursom broda koje se obezbjeđuje odgovarajućim upravljačim uređajem. Sistem automatski održava brod na zadatom kursu bez učešća operatora. Na ovom nivou upravljanja određivanje položaja broda se vrši autonomnim uređajem. Ovaj stepen automatizacije upravljanja je praktično primijenjen na svim brodovima.

4. Automatsko rješavanje zadatka održavanja broda na zadatoj trajektoriji i u zadatoj tački. U ovom slučaju je neophodno riješiti zadatak tačnog i neprekidnog održavanja parametara vektora stanja broda. Pojedini parametri kao ugao bočnog pomjera ili koordinate položaja, ne mogu biti izmjerene neposredno, već se određuju posrednim mjerenjima. Tako, položaj broda može biti određen pomoću faznih radionavigacionih sistema čiji je izlazni parametar razlika elektromagnetskih talasa dvije sinhronizovane predajne obalne stanice. Dobijena razlika je poznatim odnosima povezana sa koordinatama broda u horizontalnoj ravni. Svi izmjereni parametri sadrže greške nastale usljed grešaka u instrumentima, izobličenjima informacije u kanalima veza, sopstvenim šumom elektronskih kola mjernih uređaja, netačnostima vezanim sa zonom neosjetljivosti mjernih davača i drugim. Usljed toga je neophodno optimalno filtriranje rezultata mjerenja za određivanje najvjerovatnijeg položaja broda u odnosu na zadatak trajektoriju.

Rezultati mjerenja uvode se u upravljački uređaj koji je predviđen za rješavanje sljedećih zadataka: dobijanje i analiza informacionih signala; optimalno filtriranje rezultata mjerenja navigacionih parametara radi dobijanja najpribližnje ocjene vektora stanja; određivanje sila i momenata nasuprot poremećajnim promjenljivim radi održavanja broda na zadatoj trajektoriji i u zadatoj tački; raspodjela sila i momenata na upravljačke organe, uzimajući u obzir prethodna upravljanja.

Za rješavanje postavljenih zadataka upravljački uređaj sadrži procesor za izračunavanje svih matematičkih operacija, davače poremećajnih promjenljivih i uređaj veze za povezivanje računarskog uređaja sa automatizovanim uređajima upravljačkih organa.

Pored navedenog, u upravljačem uređaju ulazi i sistem kontrole, kojim se obezbjeđuje kontrola funkcionisanja samog uređaja.

5. Osnovni zadatak ovog nivoa automatike jeste formiranje optimalne strategije plovljenja uzimajući u obzir hidrometeorološke uslove, neophodnost mimoilaženja sa susretnim objektima, postojanje uskih prolaza, kanala i drugo. Ova strategija se realizuje odgovarajućim siste-

mom trećeg nivoa automatizacije. Za rješavanje navedenog zadatka koristi se opšti brodski sistem prikupljanja i obrade informacija i digitalni računar.

6. Ovaj nivo automatike se realizuje preko automatizovanog sistema brodarske organizacije gdje se i formira opšta strategija upravljanja brodom.

5. ZAKLJUČAK

Danas se raspolaže sistemima upravljanja brodom visokog stepena automatizacije. Kada je u pitanju komercijalni dio ovog sistema, mada njegov glavni dio, on je na nižem stepenu automatizacije od nautičkog dijela, kao pomoćnog. Ovo ukazuje na potrebu intenzivnijeg istraživanja razvoja automatizovanih sistema komercijalnog upravljanja brodom koja bi i komercijalni dio uzdigla na nivo automatskog upravljanja brodom.

Zahvaljujući razvoju tehnologija vještačke inteligencije i njenog značajnog dijela ekspert sistemima, moguće je povjeriti računarima mnoge djelatnosti ljudskog razmišljanja i zaključivanja, posebno donošenje odluka, i dati ih u obliku računarskih programa posebne vrste koji rješavaju prilično teške probleme određene oblasti za čija se rješavanja traže znanja i sposobnosti eksperata za tu oblast (7/112). Gradnjom, primjenom i korišćenjem ekspert sistema u cjelokupnom upravljanju brodom praktično se objedinjuje automatizovani sistem komercijalnog upravljanja i automatski sistem nautičkog upravljanja brodom na svim njegovim nivoima. Primjena ekspert sistema u bilo koju oblast, pa i oblast upravljanja brodom, traži hijerarhijsku podjelu ljudskih funkcija u toj oblasti. Ovo je razlog što bilo koja tradicionalna podjela unutar određene oblasti nema praktično značenje za ovu primjenu. Slično se može reći i za klasični pristup rješavanju praktičnih problema jer je on od manje koristi kod primjene ekspert sistema. Problemi se ovdje rješavaju uglavnom primjenom sistemskog pristupa pomoću kojeg je moguće sagledati cjelokupno opšte znanje čitave oblasti kojoj pripadaju posmatrani problemi, kao i opšte postupke za njihovo rješavanje, i pomoću koga je obično moguće dobiti rješenje bilo kakvog problema.

LITERATURA

1. Jovo T. Tuzović, "Upravljanje brodovima", Zbornik radova SYM-OP-IS '87, str.949-956, 6-9.oktobra 1987, H.Novi
2. Jovo T. Tuzović, "Savremeni informacioni sistemi brodarske organizacije", Praksa, br.2, str.28-33, februar 1988, Beograd
3. Jovo T. Tuzović, "Iskorištavanje brodova", Pomorski fakultet Dubrovnik, 1989.
4. Robert Kalaba and Karl Spingarn, "Control, Identification, and Input Optimization", Plenum Press, New York, 1982.
5. I.R.Freidzon, "Sudovi automatizirovani elektroprivodi i sistemi", Sudostroenije, Leningrad, 1988.
6. Drago D. Šerović, "Analiza i sinteza sistema automatskog upravljanja kretanjem broda", Elektrotehnički fakultet Beograd, 1983.
7. Jovo T. Tuzović, "Ekspertni sistemi sistema pomorskog saobraćaja", Zbornik radova IV. susreta saobraćajnih inženjera Jugoslavije, str.111-115, 1987, Zagreb - Bled