

Brigadir BERISLAV GROZDANIĆ
Zadar, Put Biliga 2411

Znanost u prometu
Pregledni članak
UDK: 656.7 : 331.015.11
Primljeno: 13.05.1993.
Prihvaćeno: 05.07.1993.

ERGONOMIČKE ODREDNICE ODNOSA OPERATOR - STROJ - RADNA SREDINA U EDUKACIJI DJELATNIKA U ZRAČNOM PROMETU

SAŽETAK

Edukacija operatora u zračnom, cestovnom i željezničkom prometu iznimno je bitna za sigurnost prometa. Općenito se može podijeliti u tri etape (odabir, teoretski i praktični dio, trening tijekom radnog vijeka).

Mnogobrojni su čimbenici koji utječu na uspješnost operatora, a ergonomija, kao dio industrijske psihologije, odgovara na bitna pitanja i predlaže mjere za eliminaciju negativnih učinaka u operatora. Suvremeni školski i visokoškolski sustav, kao i gospodarstvo Republike Hrvatske, priključuju se svjetskim standardima edukacije operatora znanstveno utemeljenom obukom djelatnika u prometu. Potrebno je pronaći zajedničke temelje edukacije operatora u svim vrstama prometa.

1. UVOD

Sve veća automatizacija različitih vrsti prometala u prometu (cestovnom, željezničkom, pomorskom, zračnom) i uvođenje suvremene elektroničke opreme u njih postavlja pitanje odnosa čovjek (operator)¹ - stroj - radna sredina.

U sklopu toga, cijeli timovi stručnjaka bave se metodičkim osmišljavanjem što uspješnije edukacije djelatnika u zračnom (cestovnom, željezničkom i pomorskom) prometu.

Ekipe konstruktora i kibernetičara ugradili su u zrakoplove, brodove, lokomotive i cestovna vozila računala kojima su im osigurali visoku kvalitetu i obujam programske podrške (potrebite informacije), ali temeljna pričuva za njihovo uspješnije korištenje i sigurnost u svim vrstama prometa nalazi se u čovjeku (operatoru) koji na svome radnome mjestu eksploatira stroj u nekoj radnoj sredini.

2. TEMELJNE ODREDNICE U EDUKACIJI PILOTA, VOZAČA, STROJOVOĐE...

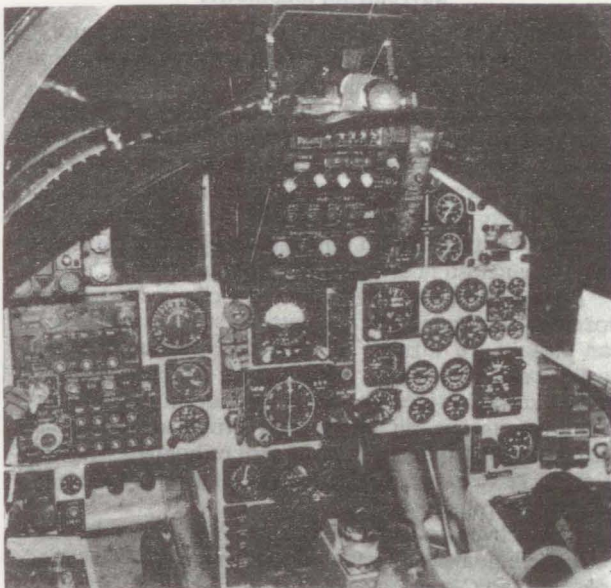
Za sve vrste prometa (cestovni, željeznički, pomorski i zračni) mogu se odrediti tri etape u edukaciji² operatora. To su:

- pravilni odabir kandidata (selekcija),
- uspješno svladan teorijski i praktični dio nastavnog plana i programa,
- trening i održavanje radne sposobnosti.

U svim trima etapama edukacije angažirani su brojni stručnjaci najrazličitijih struka i profila. Može se reći da nema znanstvene oblasti koja na ovaj ili onaj način nije uključena u istraživanja i provedbu edukacije operatora.

Bit je u usporednom bavljenju istim problemom i dosta često u slaboj međusobnoj komunikaciji, a što je još važnije - u nedostatnom korištenju rezultata interdisciplinarnih istraživanja.

Materijal nema pretenziju da se potanko bavi svim problemima (etapama) edukacije operatora, već da pokuša ukazati, pa ponegdje i pronaći, one zajedničke temelje (crtu) koji povezuju edukaciju operatora svih vrsti prometa, uzajamnost utjecaja stroja i radne sredine na optimizaciju u školskom i visokoškolskom sustavu te različitih grana gospodarstva u Republici Hrvatskoj.



Slika 1. Radno mjesto operatora (pilota) na suvremenom zrakoplovu

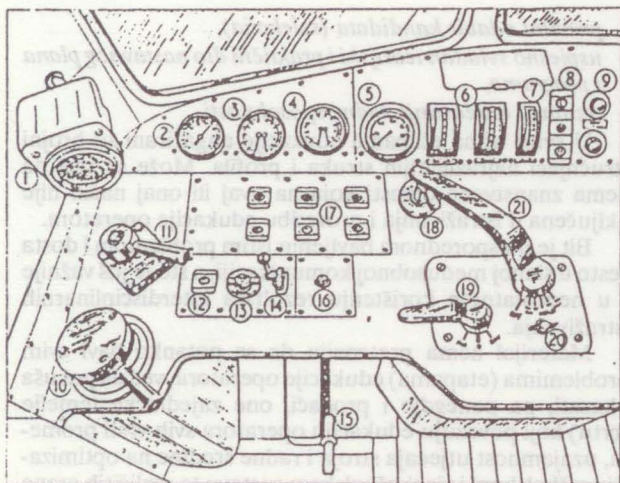
Takav pristup problemu nastao je temeljem dugogodišnjeg iskustva u edukaciji pilota, počev od odabira, teorijskog dijela i praktičnog uvježbavanja i održavanja treninga tijekom radnog vijeka pilota.

3. ERGONOMIČKA UZAJAMNOST ČIMBENIKA U EDUKACIJI OPERATORA

Suvremena prometala temeljito su promijenila prirodu i sadržaj radnog mjesta operatora. Radi se o složenim sustavima koji su zahtjevniji naspram operatora, ali u isto vrijeme istraživanja su pokazala geometrijsku progresivnost uzajamnosti utjecajnih čimbenika u edukaciji djelatnika u prometu.

Prvo, operator mora znati algoritam rada na konkretnom stroju, jezikom koji je uzajamno razumljiv.

Drugo, operator radi okružen različitim uredajima ulaza - izlaza informacija.



Slika 2. Radno mjesto operatora (vozača) u suvremenoj lokomotivi

Treće, tijekom izvršavanja radne zadaće moguće je ostvariti kontakt u složenom sustavu samo u brižljivo osmišljenoj, znanstvenoj organizaciji rada.

Posebita uzajamnost očituje se u spoznaji da su potencijalne mogućnosti složenih sustava ostale nedostavno iskorištene. Naime, postojala je težnja ka konstruiranju npr. zrakoplova neograničenih tehničko-tehnoloških značajki, koja je ubrzo privedena u realne okvire znajući da bi tim zrakoplovom ipak trebao upravljati čovjek čije psihofiziološke mogućnosti imaju sasvim određene granice.

Pitanja i problemi uzajamnosti djelovanja čimbenika u složenom sustavu čovjek (operator) - stroj - sredina svaki dan postaju sve važniji. Teorijski problemi uglavnom su postavljeni i riješeni, ali neophodnost praktične razrade čimbenika koji utječu na sustav uvjetovala je nastanak i razvoj ergonomije čiji su predmet proučavanja i zadaće često istovjetni onima u industrijskoj psihologiji. Stajalište je da će se teško povući jasna crta između ergonomije i industrijske psihologije [1].

U istraživanjima, ergonomija se oslanja na odrednicu potrebite humanizacije rada oslobađanjem čovjeka od jednoličnog rada, osiguravajući mu, uz ostalo, psihološku udobnost i omogućujući mu stvaralačke i upravljačke funk-

cije. Ergonomija koristi zaista veliki broj znanstvenih disciplina, ali ni jednoj ne pripada, jer je njezin specifični instrument - eksperiment sa stvaranjem i proučavanjem kibernetičkih modela složenog sustava operator - stroj - sredina.

Upravo kibernetički modeli omogućuju realno približavanje i dopuštaju donošenje zaključaka o ponašanju dijelova u složenom sustavu koji radi u uvjetima koji nas interesiraju.

Sva antropometrijska, fiziološka i psihološka svojstva čovjeka (operatora) na ovaj ili onaj način povezana su s njegovom djelatnošću u složenom sustavu i mogu se istodobno nazvati ergonomičkim. Tijekom odabira kandidata, tijekom školovanja i tijekom radnoga vijeka budućih pilota, vozača, strojovođa i mnogih drugih djelatnika, u sklopu liječničkih pregleda utvrđuju se, promatraju i dijagnosticiraju: bilo, tlak, brzina pokretanja, prijenosa i obrade informacija, sposobnost raspoređa i prebacivanja pažnje, operativnost pamćenja i mišljenja i mnogi ostali parametri.

Sve to ima cjeloviti smisao jer je značenje ergonomičkih svojstava pilota iznimno važno za organizaciju odabira kandidata, obuku operatora i treninge tijekom radnoga vijeka. Učinkovitost rada operatora postiže se racionalnom izmjenom režima rad-odmor, uvažavanjem rezultata istraživanja u oblasti medicine rada (autogeni trening, bioritam, fiziološke osobine i mogućnosti čovjeka - operatora, vibracije i dr.).

Ne treba zaboraviti da čovjek ima takve mogućnosti pred kojima stroj uistinu zaostaje. Koliko god bio automatiziran, stroj ne može pronaći rješenje u nepredviđenim situacijama, ne može se prilagoditi i uopćiti informacije.

4. FIZIOLOŠKA SVOJSTVA LJUDSKOG OKA I VIBRACIJE TIJEKOM RADNOG CIKLUSA (VOŽNJE) NA VOZILU - ZRAKOPLOVU, AUTOBUSU, LOKOMOTIVI

Edukacija operatora (pilota, vozača, strojovođe) novijeg doba u nastavne planove i programe treba uključiti upoznavanje s fiziološkim svojstvima ljudskog oka, utjecajem vibracija tijekom leta (vožnje) i mjerama za otklanjanje negativnih pojava (autogeni trening, antistres programi, bioritam) na operatora.

Fiziološka svojstva ljudskog oka imaju odlučujuću ulogu za uspješno izvršavanje radnih zadaća operatora (pilota) [2].

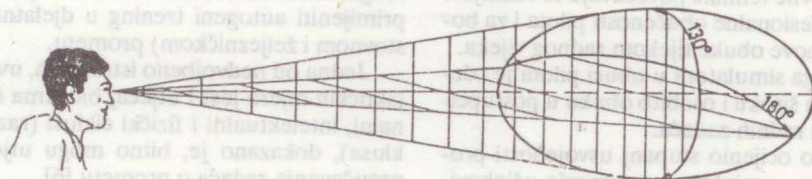
Najvažnije od njih su:

- statička i dinamička oštrina vida,
- polje pogleda,
- osjetljivost na boje (kolorni vid).

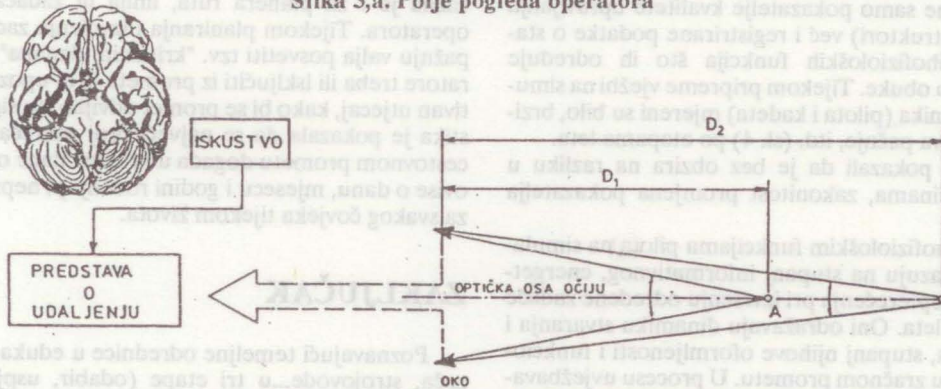
Polje pogleda operatora i mogućnost određivanja daljine do objekata koji se nalaze u smjeru kretanja pokazani su na slikama 3,a. i 3,b.

Sva ta svojstva (čimbenici) međusobno su povezana i imaju bitan utjecaj na rad operatora u radnoj sredini. Polje pogleda normalnoga binokularnog vida zapravo je lijevak čija je osnovica elipsa usporedna optičkoj osi oči. Gledajući naprijed, čovjek može uočiti predmet u rasponu 180° (90° lijevo i 90° desno) od optičke osi oči, da bi okomiti lijevak iznosio 130° (65° gore - dolje), a sve zbog anatomске strukture očne duplje.

Te fiziološke odrednice imaju veliko značenje tijekom obavljanja djelatnosti vozača, strojovođe, a osobito pilota. Lijevak označuje apsolutne vidne granice ljudskih očiju



Slika 3.a. Polje pogleda operatora



Slika 3.b. Mogućnosti određivanja udaljenosti do objekata

koje se ne mogu maksimalno iskoristiti, pa se praktično smatra da vidno polje ne premašuje 60°, pod kojim se sa sigurnošću vide predmeti tijekom kretanja po dnevnom svjetlu. Objekti se mogu raspoznavati samo ako se nalaze na optičkoj osi ili u njenoj neposrednoj blizini (slika predmeta u obliku svjetlosnog nadražaja pada na središnji dio mrežnice oka).

Mehanizam ljudskog oka ne omogućuje izravno određivanje daljine do nekoga objekta, međutim, čovjek posjeduje mogućnost da procjenjuje udaljenost, što je veoma važno u djelatnosti operatora radio on u zraku, na cesti ili na željezničkoj pruzi.

Vibracije i njihov utjecaj na radnu sposobnost operatora očituju se u titrajima sjedala u vozilu i zajedno s vozilom, upravljačkog mehanizma i instrumentalne ploče [3].

Učestalost (frekvencija) vibracija razmjerna je brzini, a amplituda obrnuto proporcionalna opterećenju (zrakoplova, vozila) i povezane su s atmosferom ili stanjem ceste (pruge). Vibracije u kretanju negativno utječu na radnu sposobnost operatora, odvlače pažnju i ometaju rad. Povećanjem amplitude vibracija povećava se i napetost operatora koja mu snizuje (a ponekad i potpuno narušava) radnu sposobnost. Čovjek je komplicirani geometrijski sustav, pa pojedini njegovi dijelovi, pod utjecajem vibracija, dolaze u međusobnu rezonanciju.

Najveći utjecaj pokazuju vibracije u opsegu do 12 Hz (2 do 4 Hz - utjecaj na ekstremitete, trbušne organe, vrtočnica, ponekad i povraćanje).

Vibracije 6 do 10 Hz mogu proizvesti "morsku bolest", a od 8 do 10 Hz narušavaju oštrinu vida (smanjuje se 50 do 60%). Eksperimenti su dokazali da se u tim slučajevima umanjuju točnost i brzina čitanja instrumenata i događaju veće pogreške u određivanju daljine. Potrošnja energije u tim uvjetima je dvostruko veća, pa se i profilaksa sastoji do ravnomjernog smjenjivanja rad-odmor, pravilne ishrane i kondicionirane vježbe (autogeni trening, antistres program) [4].

5. PROFILAKTIČKE MJERE ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI U PROMETU

Cijeli je niz profilaktičkih mjera kojima je temeljni cilj povećanje sigurnosti u prometu (zračnom, cestovnom, željezničkom, pomorskom).

Tijekom praktičnog dijela svladavanja NPP, napose tijekom radnog vijeka operatora (pilota) iznimno značenje ima uvježbavanje na simulatoru (trenažeru) [5]³.

POKAZATELJI U POSTOCIMA	ETAPE LETA							Slijetanje	
	Polazno stanje	Polijetanje	Penjanje	Vodoravni let	Presretavanje ciljeva	Zaokret	Snižavanje	Izlazak na	
								daljnji RFR	bliži RFR
Učestalost pulsa	100	115	112	110	130	115	109	124	130
Opseg plućne ventilacije	100	140	120	125	145	125	120	150	150
Učestalost disanja	100	150	145	140	155	145	140	150	155
Stisak na palicu	—	130	110	100	250	110	110	200	250
Rezerva pažnje	100	30	65	70	31	66	75	51	26
Elektromiogram mišića ruku (EMG)	—	170	150	100	235	155	140	246	

Slika 4. Norme psihofizioloških napreznja u pilota pri uvježbavanju na simulatorima

Razvojem zrakoplovne tehnike povećavaju se i zahtjevi za većom razinom profesionalne obučenosti pilota i za boljom metodičnošću njihove obuke tijekom radnog vijeka.

U novije doba, uloga simulatora u obuci pilota je očevidna, jer oni dopuštaju široku i osobito obuku u postupcima tijekom izvršavanja radnih zadaća.

Da bi se objektivno ocijenio stupanj usvojenosti programa leta na trenazu, uspješno prognozirala učinkovitost djelovanja pilota u realnim (stvarnim) uvjetima, potrebno je koristiti ne samo pokazatelje kvalitete upravljanja (to ocjenjuju instruktori) već i registrirane podatke o stanju mnogih psihofizioloških funkcija što ih određuje liječnik u procesu obuke. Tijekom pripreme vježbi na simulatorima u djelatnika (pilota i kadeta) mjereni su bilo, brzina disanja, rezerva pažnje, itd. (sl. 4) po etapama leta.

Rezultati su pokazali da je bez obzira na razliku u apsolutnim veličinama, zakonitost promjena pokazatelja sačuvana.

Podaci o psihofiziološkim funkcijama pilota na simulatoru najprije ukazuju na stupanj informativnog, energetskog i psihičkog opterećenja pri izvršenju određene zadaće (etape) tijekom leta. Oni odražavaju dinamiku stvaranja i promjena navika, stupanj njihove oformljenosti i funkcionalne sigurnosti u zračnom prometu. U procesu uvježbavanja, a glede stečenih navika, smanjuje se intenzitet negativnih psihofizioloških reakcija i povećava rezerva pažnje do stupnja uspješnosti izvršenja bojevih zadaća.

U posljednjim godinama, u "paketu" profilaktičkih mjera za povećanje sigurnosti u zračnom prometu obavljani su brojni eksperimenti povezani s autogenim treningom i antistres programima koje je znanstveno utemeljio dr. prof. M. Lindeman.

Tako je u jednoj većoj bojevoj postrojbi ratnog zrakoplovstva sovjetske vojske obavljen eksperiment s kontrolnom i eksperimentalnom skupinom pilota (ukupan uzorak je bio oko 250 pilota) čiji je jedan dio educiran na tečaju autogenog treninga, a drugi dio je radio uobičajeno.

Rezultati istraživanja pokazali su da skupina koja je završila tečaj autogenog treninga zadržava navike i uspješnost izvršavanja zadaća i nakon prekida u letenju od 45 dana (uspješnost po elementima je oko 90%), a u kontrolnoj je skupini uspješnost (sigurnost) nakon prekida bila znatno niža (do 48%).

Iz toga slijedi da u obavljanju operatorskih zadaća u prometu, radi povećanja sigurnosti, ekipe stručnjaka

moгу, koristeći rezultate istraživanja, osmisliti, educirati i primijeniti autogeni trening u djelatnika u zračnom (cestovnom i željezničkom) prometu.

Jedna od nedvojbeno istraženih, uvjetno rečeno, profilaktičkih mjera jest i utjecaj bioritma čovjeka čiji emocionalni, intelektualni i fizički ciklusi (različito je trajanje ciklusa), dokazano je, bitno mogu utjecati na uspješnost proučavanja zadaća u prometu [6].

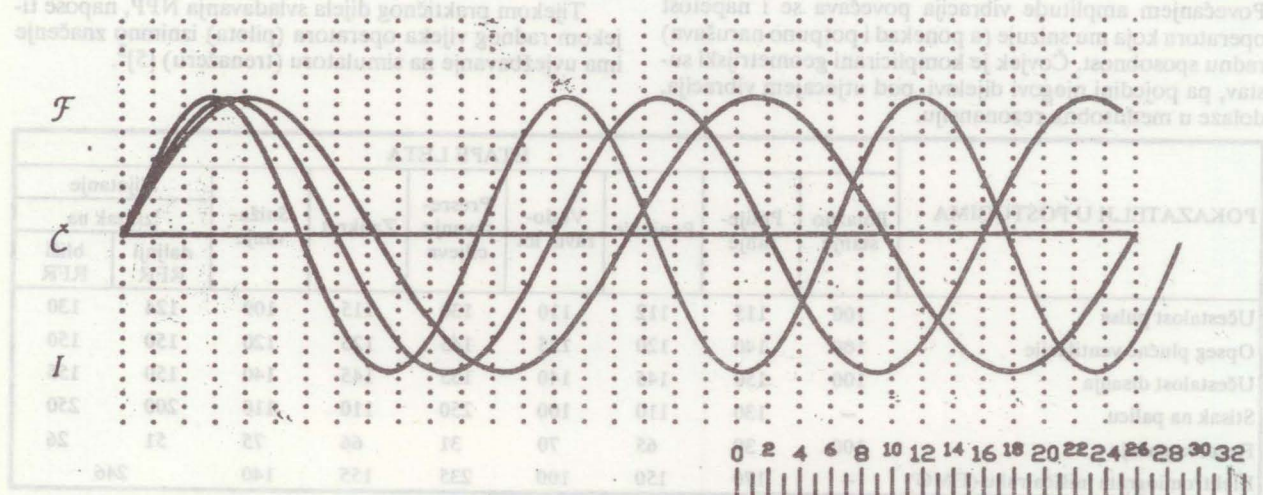
Značajka ciklusa bioritma svakog djelatnika u prometu važna je i za planera ruta, linija ili zadaća i za samog operatora. Tijekom planiranja i izvršenja zadaća posebnu pažnju valja posvetiti tzv. "kritičnim danima" kada te operatore treba ili isključiti iz prometa ili ih upozoriti na negativan utjecaj, kako bi se promet odvijao što sigurnije. Statistika je pokazala da se najveći broj nesreća u zračnom i cestovnom prometu događa u kritične dane operatora (oni ovise o danu, mjesecu i godini rođenja) i nepromjenljivi su za svakog čovjeka tijekom života.

ZAKLJUČAK

Poznavajući temeljne odrednice u edukaciji pilota, vozača, strojovode...u tri etape (odabir, uspješno svladan NPP, trening) te ergonomičku uzajamnost čimbenika u obuci operatora, moguće je temeljem dijela predočenih istraživanja poduzeti profilaktičke mjere za povećanje sigurnosti u prometu.

Takav pristup nastao je temeljem dugogodišnjeg iskustva u edukaciji pilota, od odabira kandidata do redovitog treninga tijekom radnog vijeka pilota, što se može primijeniti na edukaciju i drugih operatora u ostalim vrstama prometa.

Profilaktičke mjere za povećanje sigurnosti prometa (vježbe na simulatoru, vježbe autogenog treninga, bioritam, režim rad - odmor) samo su dio koji operatorima osigurava uspješnije izvršenje radnih zadaća, a od stručnjaka u tim oblastima može se očekivati temeljniji pristup i realizacija programa u okvirima školskog sustava u RH.



Slika 5. Prikaz ciklusa bioritma

SUMMARY

ERGONOMIC REFERENCES OF THE OPERATOR-MACHINE-WORKING ENVIRONMENT RELATIONSHIP IN EDUCATION OF PERSONNEL IN AIR TRANSPORT

Education of operators in air, road and rail transport is particularly significant for traffic safety. It can generally be divided in to three stages (selection, theoretical and practical part, and training in the course of service).

Numerous are the factors affecting the efficiency of an operator, while ergonomics being part of industrial psychology gives answers to the essential issues and measures for the elimination of adverse effects in operators.

The modern school and university system as well as the economic system of the Republic of Croatia have been meeting the world standards in operator education by way of the scientifically grounded training of manpower.

It is necessary to find common grounds in education of operators in all segments of the transport industry.

POZIVNE BILJEŠKE

1. *Operator* - u duhu ovog materijala, operator koristi suvremeno opremljeni stroj za izvršavanje svoje radne zadaće. To su piloti, vozači, strojovode.
2. *Edukacija* operatora ne završava u "školskoj klupi". Traje cijeli radni vijek. Važna karika unutar edukacije jest metoda obučavanja i vrlo je važna za djelatnike koji se profesionalno bave edukacijom.
3. Članak "Naučni prilaz borbenoj obuci" kompilacija je materijala - rezultata istraživanja u Akademiji nauka SSSR-a i OS SA rd.prof. N. RUDNIJA i dr.prof. V. BODROVA koji su istraživali utjecaj psihofizioloških pokazatelja u pilota tijekom leta na simulatorima i u stvarnim uvjetima.

LITERATURA

- [1] G.G. MANJŠIN, E.A. KANTILJEV: Inženjer osvajaet EVM, Minsk, 1987.
- [2] B.L. POKROVSKIJ: Ljotčiku o psihologiji. Moskva, 1978.
- [3] B. GROZDANIĆ: Vibracije u letu na maloj visini. Glasnik RV i PVO, Beograd, 1987, 1, str. 58-59.
- [4] H. LINDEMAN: Autogeni trening i Antistres program. Zagreb, 1981.
- [5] B. GROZDANIĆ: Naučni prilaz borbenoj obuci. Glasnik RV i PVO, Beograd, 1987, 6, str. 55-57.
- [6] P. LIKAR, B. LIKAR: Bioritam. Ljubljana, 1991.