

355.01:616—083.98

POPIS MODELU LIEČEBNE ODSUNOVÉHO ZABEZPEČENIA RANENÝCH Z BOJIŠŤA NA STANOVIŠTE PRVEJ LEKÁRSKEJ POMOCI V ÚTOČNOM BOJI

Podporučík v zál. Valent KLIMA, prom. matematik, podporučík v zál. Frant. ŠTULAJTER,
prom. matematik, podporučík v zál. Václav VACHUŠKA, prom. matematik
Vojenský lékařský výzkumný doškolovací ústav JEP v Hradci Králové

Objektivizácia výskumných metód v obore organizácie vojenského zdravotníctva je už dlhšiu dobu stredom pozornosti výskumných pracovníkov tohoto oboru. Aplikácia nových matematických metód, hlavne metód operačného výskumu, prináša bezesporu nový cenný vklad do metodiky vedeckého výskumu rôznych oborov. Už prvé pokusy a skúsenosti ukazujú, že i vedecký výskum organizácie vojenského zdravotníctva môže využitím týchto metód hodne získať, a to v zmysle požadovanej objektivizácie.

Na príklade konkrétneho použitia metód operačného výskumu pri riešení výskumného problému katedrou organizácie vojenského zdravotníctva chceme demonštrovať ich možnosti a uplatnenie v obore organizácie vojenského zdravotníctva. Cieľom nášho článku nie je zoznamovať s konkrétnym výsledkom, ku ktorému viedla použitá metodika. Ide o dielči výsek z omnoho obsiahlejšieho problému a výsledky sa nedajú hodnotiť bez prihliadnutia k celému kontextu výskumného problému. Náš článok má čisto metodický charakter a popisuje použitú metodiku, ktorá bola spracovaná príslušníkmi Laboratória lekárskej kybernetiky VLVDÚ JEP na základe odborných podkladov a v súčinnosti s pracovníkmi Katedry organizácie vojenského zdravotníctva tohoto ústavu.

V rámci výskumu KOVZ bolo treba riešiť problém optimálnej organizácie liečebne odsunového zabezpečenia ranených. Hlavnou požiadavkou z lekárskeho hľadiska je, aby sa väčšina ranených dostala z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci do štyroch hodín. Aby sme mohli zabezpečiť túto požiadavku, potrebujeme okrem iného určitý počet odsunových prostriedkov o určitej kapacite a potrebujeme zvoliť určitý spôsob manévrovania týmito prostriedkami, ako aj silami prvej pomoci a prvej lekárskej pomoci. Doteraz sa úlohy podobného druhu riešili metó-

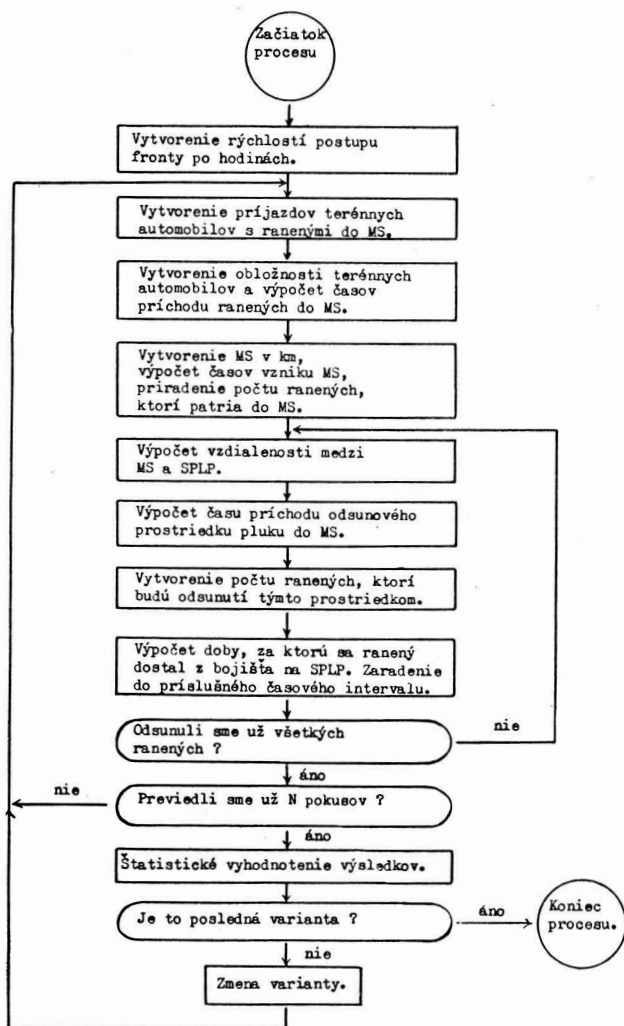
dou pokusov (hraním na mapách, cvičením v teréne). Je zrejmé, že závery vyplývajúce z jedného pokusu, alebo niekoľko málo takýchto pokusov nemôžu mať obecnú platnosť, nakoľko mnoho veličín vyskytujúcich sa v procese boja má náhodný charakter a len vyhodnotením veľkého počtu kusov realizovaných v tých istých podmienkach môžeme získať správne podklady pre rozhodovanie. Veľmi vhodnou metódou, ktorá umožňuje skúmať a vyhodnocovať veľký počet pokusov, je metóda modelovania (simulácie, napodobovania) procesu na samočinnom počítači.

Obecne pod metódou matematického modelovania rozumieme analýzu skutočných procesov matematickou cestou. K tomu je potrebné vytvoriť matematický model, v ktorom vzťahy a vlastnosti sú podobné vzťahom a vlastnostiam v skúmanom procese. Je to teda také matematické vyjadrenie, v ktorom sa veličiny správajú podobne ako v skutočnom systéme. Ovšem, že v modele zložitejšieho procesu nemôžu byť zahrnuté všetky, aj nepodstatné vzťahy, model je zároveň aj určitým zjednodušením (aproximáciou) reálneho procesu. Pomocou tohoto zostrojeného modelu môžeme na počítači mnohokrát realizovať daný proces a vyhodnotením výsledkov týchto realizácií dostaneme obecné platné závery, ktoré sú podkladom pre ďalšie rozhodovanie.

Popíšeme model liečebne odsunového zabezpečenia ranených z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci, ktorý sme zostrojili pre skúmanie spomínaného úkolu.

Počet ranených a ich výskyt v čase je základným prvkom uvažovaného modelu. Predpokladáme, že ranení, ktorí vznikajú v priebehu boja, sú po poskytnutí prvej pomoci odsunovaní terénnymi automobilmi do tzv. „miest sústredenia“ (v ďalšom MS). Časové intervaly príchodu vozidla do MS sú náhodnou veličinou, ktorej rozdelenie pravdepodob-

Obr. 1



Základné blokové schéma logického postupu pri výpočte.
 MS — miesto sústredenia ranených
 SPLP — stanovište prvej lekárskej pomoci

nosti je dané tabuľkou rozdelenia četností. Toto rozdelenie je empirické, získané na základe skúseností a na základe prevedených cvičení. V náhodnosti tejto veličiny je zahrnutá nerovnomernosť vzniku ranených na bojišti, premenlivosť terénu a iné ovplyvňujúce faktory. Ďalšou náhodnou veličinou je počet ranených, ktorí sú odsunovaní jednotlivými automobilmi. Mení sa v závislosti na výskyte ranených na bojišti a na ťažkosti ich poranenia; jej hodnoty sú ohraňované kapacitou vozidiel. Jej rozdelenie, ako aj rozdelenia všetkých ostatných náhodných veličín, ktoré sa budú v tomto modeli vyskytovať, je tiež empirické, získané na základe skúseností a cvičení. (Všetky tieto rozdelenia môžeme v modele ľubovoľne meniť). Na základe týchto dvoch rozdelení sa **pri realizácii modelu počítačom vytvoria časy príchodu jednotlivých ranených do MS.**

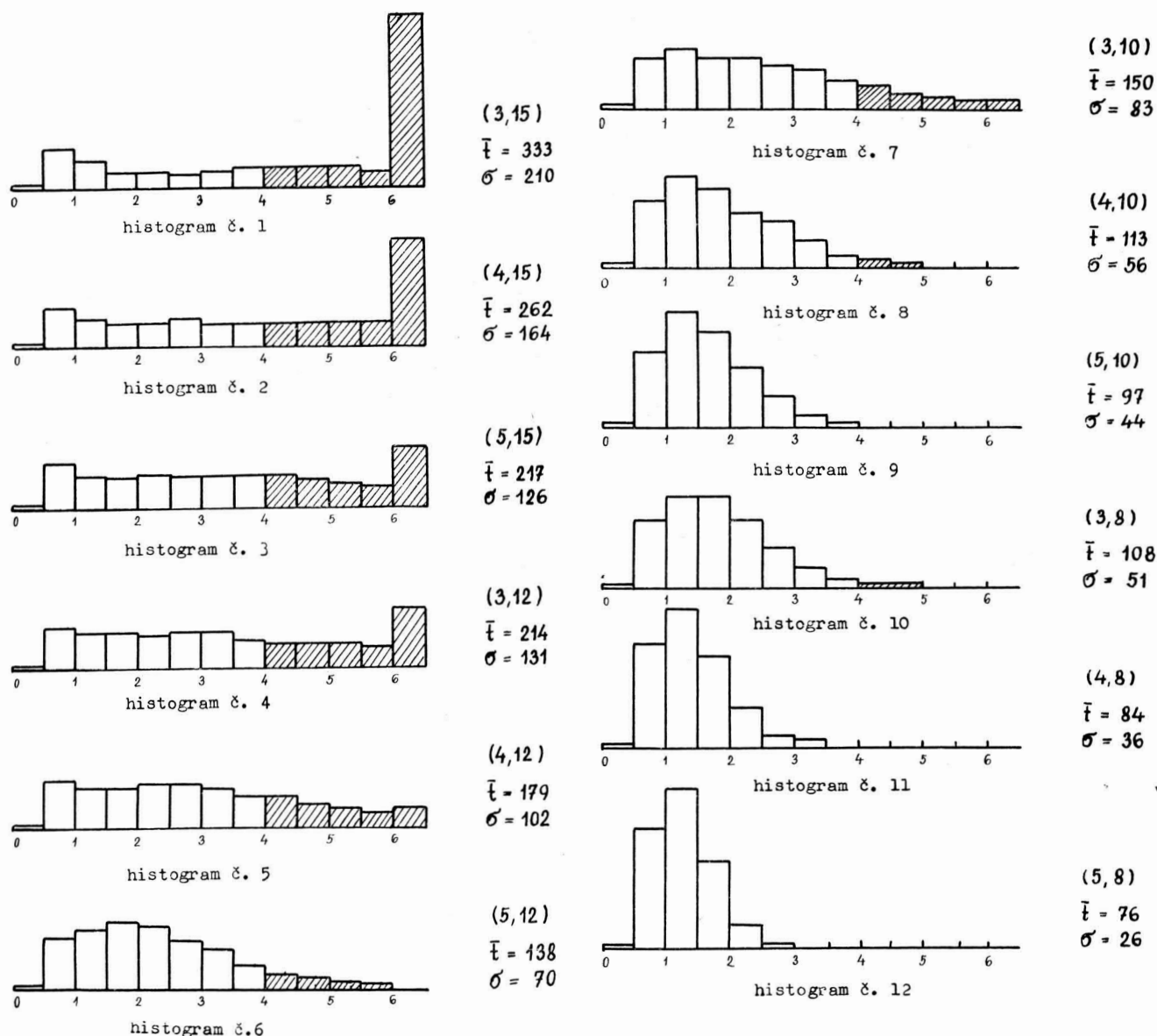
Ďalším problémom, ktorý bolo treba vyriešiť, je umiestňovanie ranených do jednotlivých MS, ktoré vznikajú za útoku.

Predpokladáme, že rýchlosť postupu fronty v každej hodine (modelujeme 16 hodín útočného boja) je náhodnou veličinou. Teda každú hodinu sa rýchlosť zmení, ale v priebehu každej jednotlivéj hodiny ostáva konštantná. Okrem rozdelenia rýchlostí poznáme aj tabuľku rozdelenia četností vzdialeností medzi jednotlivými MS v kilometroch, čo je tiež náhodnou veličinou. Načítaním týchto vzdialeností dostaneme vzdialenosť každého MS od línie začiatku boja, kde predpokladáme aj prvé stanovište prvej lekárskej pomoci. Na základe týchto dvoch rozdelení sa pri realizácii modelu dajú určiť časy, v ktorých vznikajú jednotlivé MS. Pretože poznáme časy, v ktorých sa jednotliví ranení dostali do MS, a časy vzniku jednotlivých MS, môžeme každému danému MS priradiť ranených, a to tých, ktorých čas príchodu do MS patrí do časového intervalu od vzniku daného MS až do vzniku nasledujúceho MS. Takýmto spôsobom priradíme každému MS určitý počet ranených a týmto raneným priradíme vzdialenosť MS od stanovišta prvej lekárskej pomoci, ktorú už poznáme.

Predpokladáme, že práporné obväzište postupuje v určitej vzdialenosti za útočiacimi jednotkami, zastavuje sa pri jednotlivých MS a dopĺňa prvú pomoc. Avšak v prípade možnosti okamžitého odsunu na stanovište prvej lekárskej pomoci sa dáva prednosť odsunu pred doplnením prvej pomoci na MS. Z toho vyplýva, že doba ošetrovania ranených práporným obväzištom nemá vplyv na celkový čas, za ktorý sa ranený dostane z bojišta na stanovište prvej lekárskej pomoci, a preto prácu práporného obväzišťa môžeme v našom modeli vynechať.

Z jednotlivých MS sú ranení odsunovaní odsunovými prostriedkami pluku na stanovište prvej lekárskej pomoci. Predpokladáme, že odsunové prostriedky pluku pracujú nepretržite (okrem prípadu, že čakajú na ranených) a pohybujú sa konštantnou rýchlosťou 15 km/hod. Pretože poznáme aj vzdialenosť MS od stanovišta prvej lekárskej pomoci, môžeme ľahko vypočítať časy príchodu odsunových prostriedkov do MS. Počet ranených, ktorí budú odsunutí jedným automobilom, je náhodnou veličinou, ktorej rozdelenie pravdepodobnosti sme získali podobným spôsobom ako v predchádzajúcich prípadoch. Podľa náhodového mechanizmu určí počítač každému automobilu počet ranených, ktorých má automobil odsunúť. Ak je počet ranených v MS menší než kapacita vozidla, odsunie automobil iba tých ranených a nečaká na príchod, ranených, ktorí by sa do MS ešte mohli dostať. V prípade, že počet ranených v MS je ten istý, alebo o jednotku väčší ako je počet určený počítačom, odsunie automobil všetkých ranených, ktorí sú v tomto MS. Nakoniec, ak je počet ranených v MS aspoň o dvoch vyšší, ako je počet určený počítačom, odsunie automobil toľko ranených, koľko mu určil počítač. Odsunový prostriedok odsunie z jedného MS do tých čias, pokiaľ neodsunie všetkých ranených, ktorí doňho patria a až potom začína odsunovať z ďalšieho MS.

Obr. 2



Ukážka výsledkov vyjadrených formou histogramov (popísanie za histogramom).

Pretože po určitom čase vzdialenosť medzi MS a stanovišťom prvej lekárskej pomoci narastie, ranení musia čakať na odsunový prostriedok, samotná doba odsunu sa zvyšuje, musíme stanovište prvej lekárskej pomoci presunúť. V našom modeli presúvame stanovište vtedy, ak vzdialenosť narastie nad určitú predom stanovenú hranicu a presúvame ho do miesta prvého MS, ktoré je už za danou hranicou.

Tento model predstavuje proces odsunu len v jednom z troch práporov pluku. Predpokladáme, že pluk má k dispozícii tri, štyri alebo päť odsunových prostriedkov. V prvom prípade je každému práporu trvale pridelený jeden automobil, v druhom prípade štvrtý automobil odsúva striedavo a pravidelne od všetkých troch práporov. Analogicky je to v prípade piatich odsunových prostriedkov. Okrem toho uvažujeme štyri

rôzne hranice pre presun stanovišta prvej lekárskej pomoci, a to 8, 10, 12 a 15 km. Model realizujeme pre všetky dvojice počtu automobilov a hraníc pre presun, čím dostávame $3 \times 4 = 12$ rôznych variant. V každej variante prevedieme sto pokusov (sto realizácií počítačom) a výsledky štatisticky spracujeme. U každého raneného zaznamenávame dobu, za ktorú sa dostal z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci a z tých dôb dostávame percentuálne, koľko ranených sa dostalo za určitú dobu z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci. Triedenie prevádzame do intervalov po polhodinách, od polhodiny až po šesť hodín. Okrem toho vypočítame priemernú dobu, za ktorú sa ranení dostanú v danej variante z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci s príslušným rozptylom. Z týchto výsledkov môžeme určiť potrebný počet odsunových prostried-

kov a hranicu pre manéver silami prvej lekárskej pomoci tak, aby bola splnená požiadavka poskytnutia prvej lekárskej pomoci do štyroch hodín od zranenia pre dané percento ranených.

V ďalšej fáze sme uvažovali tri rôzne priemerné rýchlosti postupu fronty (tri rôzne rozdelenia pravdepodobnosti s určitými strednými hodnotami), tri rôzne priemerné počty ranených za 16 hodín boja a dve rôzne rozdelenia četností vzdialeností medzi MS. Kombináciou týchto prvkov dostávame 18 možností, z ktorých každá v sebe zahrňuje 12 variant. Po prevedení všetkých týchto výpočtov dostávame komplexnú analýzu študovaného problému, ako dielči podklad pre závery v organizácii, začlenení a o manévri sledovanými liečebne odsunovými prostriedkami a silami zdravotníckej služby.

Tento článok je len veľmi hrubým popisom vytvoreného modelu a nezaobrá sa matematickými metódami použitými pri podrobnom spracovaní problému pre samočinný počítač. Prikladáme len veľmi zjednodušené logické schéma a časť výsledkov. Podrobné blokové schéma, odladený program pre samočinný počítač MINSK 22 a všetky výsledky sú pre záujemcov k dispozícii v Laboratóriu lekárskej kybernetiky VLVDÚ JEP Hradec Králové.

Popis výsledkov

V priložených dvanástich histogramoch sú výsledky výpočtov pri priemernom počte 90 ranených za 16 hodín, pri priemernej rýchlosti postupu fronty 4 km/hod. a pri priemernej vzdialenosti medzi MS 2,5 km. Histogramy znázorňujú percentuálne rozdelenie ranených do polhodinových časových intervalov podľa doby, za ktorú sa dostali ranení z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci. Vyšrafovaná časť znázorňuje percento ranených, ktorým odsun trval viac než 4 hodiny.

Čísla v zátvorkách označujú príslušnú variantu. Prvé číslo určuje počet odsunových prostriedkov v danej variante a druhé číslo maximálnu vzdialenosť v km, pri ktorej sa prevádza manéver prostriedkami prvej lekárskej pomoci. Číslo t je priemerná doba trvania odsunu ranených vo variante a príslušný rozptyl.

Súhrn

V článku se popisuje model liečebne odsunového zabezpečenia ranených z bojišťa na stanovište prvej lekárskej pomoci v útočnom boji, ktorý je základom pre výpočty na samočinnom počítači. Článok vysvetľuje metodiku riešenia problému a jeho analýzu, neobsahuje popis použitých matematických metód. Priložené je hrubé logické schéma modelu a časť výsledkov, vypočítaných na samočinnom počítači MINSK 22.

Literatura

- Buslenko, N. P.: Matematičeskoe modelirovanie proizvodstvennyh processov na cifrovych vychislitel'nyh mashinakh. Moskva, Izdatel'stvo „Nauka“ 1964.
- Saaty, T. L.: Elementy teorii masovogo obsluzhivaniya i jejo pri-loženiya. Moskva, Sovetskoye radio 1965.
- Hammersley, J. M., Handscomb, D. C.: Monte Carlo Methods. Methuen a spol. Co Ltd, London, John Wiley & Sons Inc, New York, 1965.
- Saaty, T. L.: Mathematical methods of Operations Research. Inc. New York, Toronto, London, McGraw-Hill Book Company 1959.
- Chorafas, D. N.: Systems and Simulation, New York, London, Academic Press 1965.
- Teorie hromadné obsluhy. Teorie her. Metoda Monte Carlo. Učební pomůcka, díl 9. MNO, VZÚ 401, Praha 1966.
- Rozenberg, V. J., Prochorov, A. I.: Čo je teória hromadnej obsluhy. SVTL Bratislava, Praha, SNTL 1965.
- Novik, I. B.: O modelirovanii slozhnyh sistem. Moskva, izdatel'stvo „Mysl“ 1965.
- Ventseľ, E. S.: Vvedeniye v issledovaniye operacij. Moskva, Sovetskoe radio 1964.
- Glinskij, B. A. a kolektiv: Modelirovaniye kak metod naučnogo issledovaniya. Izdatel'stvo moskovskogo universiteta 1965.
- Buslenko, N. P.: Modelirovanie proizvodstvennyh processov na ECM. Problemy kibernetiki, vypusk 9, Moskva, 1965.
- Beer, S.: Kibernetika i upravleniye proizvodstvom. Moskva, Izdatel'stvo „Nauka“ 1965.
- Kagan, B. M., Ter-Mikaeljan, T. M.: Rešeniye inženernykh zadač na cifrovych vychislitel'nyh mashinakh. Moskva, Leningrad, Izdatel'stvo „Energija“ 1964.