

Obsah a význam teorie operačního výzkumu ve vojenství

*Generálmajor inženýrsko-technické služby I. I. Anurejev,
doktor vojenských věd*



Vznik a značné rozšíření teorie operačního výzkumu ve vojenství je vyvoláno složitým charakterem bojové činnosti, zavedením nových mohutných technických prostředků a zbraní hromadného ničení, zvětšením rozmachu ozbrojeného zápasu a ničivé síly zbraní, zvýšením odpovědnosti velení za objektivitu a přesnost přijímaných rozhodnutí, nemožností správně využít bojových prostředků bez přesných kvantitativních metod analýzy.

Potřeba kvantitativních metod analýzy byla v první řadě u těch druhů ozbrojených sil, které jsou vybaveny mohutnými technickými prostředky. S růstem složitosti bojové techniky a výbroje poroste i úloha a význam kvantitativních metod výzkumu bojové činnosti.

Zavedení teorie operačního výzkumu do vojenského umění bylo možné díky zákonitostem v bojové činnosti, úspěchům exaktních věd, hlavně matematiky a vytvoření elektronkové počítačové techniky.

V teorii operačního výzkumu se termínem „operace“ rozumí jakákoliv organizační činnost člověka, skupiny lidí nebo jimi řízených strojů, pod jednotným řízením a podle určitého plánu, která má charakter opakování, tj. určité zákonitosti.

Vzhledem k bojové praxi vojsk mohou být „operací“ různé druhy bojové činnosti nebo jejich jednotlivá údobí, jejich plánování, příprava a vedení svazky a svazy.

Teorie operačního výzkumu je svým obsahem matematická věda, která určuje zákonitosti různých procesů s cílem získat kvantitativní podklady, nebo na jejich základě vytvořená doporučení, nutná pro přijetí rozhodnutí. Jako výsledek výzkumu se zpravidla vytváří osnova roz-

hodnutí, ne rozhodnutí nebo plán činnosti.

Analýzujeme-li praktickou činnost člověka v různých oblastech mírového i válečného charakteru, není těžké zjistit, že principiální stanovení a metoda řešení velkého okruhu praktických úkolů se v mnohém podobají. Stanovení dílčího úkolu směřuje k získání nejúčelnějšího řešení v daných podmínkách, to znamená k volbě takového plánu budoucí činnosti, který má vést k největšímu úspěchu. Z těchto pozic možno většinu praktických úkolů zkoumat jako úkoly k přijetí rozhodnutí, jejichž cíl — najít nejúčelnější řešení v daných podmínkách — je nejúčelnějším plánem budoucí činnosti. Metodika nalézání řešení velkého okruhu praktických úkolů je i ve všeobecných rysech stejná a má dvě etapy:*)

— zhodnocení následků možných variant řešení, to znamená předvídání různých variant budoucí činnosti,

— bezprostřední volba nejúčelnějšího plánu budoucí činnosti, nejlepšího řešení, na základě údajů předvídání.

Jakékoli praktické úkoly vojenského charakteru — od volby variant bojové činnosti v jaderné válce až do rozpracování nové organizační struktury orgánů velení, odpovídající charakteru soudobé války — možno rovněž posuzovat z jednotných pozic jako proces přijetí rozhodnutí, jejich efektivnost; na základě tohoto hodnocení se stanoví i nejúčelnější rozhodnutí v daných podmínkách. Z toho vyplývá, že se rozhodnutí přijímají nejen v boji a operaci, ale i v jakékoli oblasti praktické činnosti.

*) Často jsou tyto dvě etapy natolik úzce organicky spjaté, že bývá velmi těžké odlišit předvídání od volby řešení.

Principiální stanovení praktických úkolů a celková metoda jejich řešení jsou tedy v obecných rysech jednotné. Jakákoli oblast praktické činnosti je spjata s přijetím rozhodnutí, s nalezením nejúčelnějšího plánu budoucí činnosti. Při tom se předvídá budoucí činnost, stanoví se očekávaný efekt různých variant a na základě toho se vybírá nejlepší řešení. To sjednocuje praktickou činnost nejrůznějších oblastí. Metody a způsoby nalézání řešení, používané v jedné oblasti je možné používat v ostatních oblastech. To přivádí k názoru o možnosti rozpracovat vědeckou metodu zdůvodnění příslušného řešení, jednotnou pro všechny oblasti lidské společnosti. Taková vědecká metoda by dovolila vědecky argumentovat všechna nejdůležitější řešení v praktické činnosti člověka a tuto činnost by učinila maximálně efektivní a účelnou.

Myšlenku o jednotné struktuře praktických úkolů a o vytvoření takové vědy studovali mnozí učenci různých epoch jako Archimedes, Leonardo da Vinci, Lomonosov, Ampère, Gauss, Laplace, Čebyšev a jiní. O zázračných věstcích, předpovídajících budoucnost se zachovaly zmínky v legendách mnoha epoch i národů. Avšak k vytvoření takové vědy nebylo po dlouhou dobu větší možnosti. Oroveny vědy a techniky nedovolila uskutečnit sny vědců. Lidstvo rovněž nepocitovalo bezprostřední potřebu nové vědy, i když v jednotlivých případech vědecké metody zdůvodňování řešení se používaly a byly velmi plodné.

„Má-li společnost potřebu, pak tato potřeba urychluje vývoj vědy více, než deset universit.“*) Tato významná slova Bedřicha Engelse byla skvěle potvrzena při vzniku nového vědeckého směru — operačního výzkumu.

Teorie operačního výzkumu v SSSR vznikla v letech druhé světové války a její vznik byl spjat především s hodnocením účinnosti střelby. Úkoly dělostřelectva, vzdušné střelby a bombardování vedly k objevení důležitých metod hodnocení účinnosti a výsledků těchto zbraní. Na základě těchto metod se řešily dvě důležité skupiny úkolů:

- hodnocení účinnosti zbraní při plnění konkrétních bojových úkolů;
- hodnocení účinnosti nově vytvářených systémů zbraní.

Velkým přínosem pro rozvoj těchto metod byly práce sovětských vědců, A. N.

Kolmogorova, V. S. Pugačova, E. S. Ventcela, V. F. Bolchovitina aj.

Po Velké vlastenecké válce se metody teorie operačního výzkumu rychle rozvíjely. Vědci přešli od řešení dílčích otázek k řešení komplexního hodnocení účinnosti systémů zbraní i některých druhů bojové činnosti. Rychle se rozvíjely metody operačního výzkumu i v jiných oblastech: v průmyslu, dopravě, ekonomice.

Velká pozornost se věnuje teorii operačního výzkumu v zahraničí. V letech druhé světové války byly vytvořeny skupiny operačního výzkumu v ozbrojených silách USA a Velké Británie. Tyto skupiny zkoumaly válečné operace zpravidla na základě zkušeností z bojové činnosti.

Po ukončení druhé světové války začíná nové období formování operačního výzkumu. Je to za prvé tím, že metody operačního výzkumu se začaly zavádět do mnohých oblastí nevojenského charakteru, zvláště do národního hospodářství a ekonomiky. Při tom se využívá bohatých zkušeností válečných let a zpravidla těchto vědeckých metod. Za druhé vznikají úkoly principiálně nového směru, spojené s přijetím rozhodnutí bez zkušeností z podobných operací, tj. úkoly, z nichž bylo možno najít potřebné řešení pouze na základě vědeckého předvídání.

Téměř všechny úkoly vojenského charakteru byly podobné, protože nebyly zkušenosti z bojové činnosti s použitím raketových a jaderných zbraní a život vyžadoval řešit velký počet problémů operací jaderné války. Ukázalo se, že vědecké metody, rozpracované v letech druhé světové války, jsou při řešení podobných úkolů nevhodné. Začíná intenzivní rozpracování metod vědeckého předvídání a nacházení optimálních řešení. V tomto období bylo nutno vědecky řešit běžné úkoly velení vojskům spolu se zdůvodněním rozhodnutí pro boj a operaci tak, aby řešení podobných úkolů bylo realizováno na počítačích strojích, které se v tomto období objevují. Za období po ukončení války učinil operační výzkum ohromný skok — jak ve směru rozvíjení a zdokonalování různých metod (v první řadě metod předvídání), tak i v řešení velkého okruhu nejrůznějších úkolů.

Teorie operačního výzkumu zpravidla nedochází k řešení, nýbrž dává jen kvantitativní, číselný základ.

Člověk se neřídí slepě touto osnovou, ale bere v úvahu celou řadu činitelů a

*) K. Marx; B. Engels: Vybrané spisy, svazek II, str. 484 (rusky).

názorů, které nemohou být vyjádřeny kvantitativně (morálně politický činitel, vycvičenost, atd.)*) a jen v důsledku toho dospívá ke konečnému řešení. Kromě toho má člověk možnost nesouhlasit s obdrženými kvantitativními údaji a může je při přijetí řešení ignorovat.

Potřebují vojenští specialisté vědecké matematické metody zdůvodnění přijímaných rozhodnutí při soudobém charakteru válečné činnosti? Proč nyní tak ostře vyvstala otázka matematické argumentace nejdůležitějších řešení praktických vojenských úkolů?

V souvislosti se zavedením početné nové techniky a zbraní, především jaderných a raketových zbraní, do výzbroje ozbrojených sil je charakter soudobé bojové činnosti značně složitější. Přijetí dostatečně odpovědného rozhodnutí je spojeno s nutností uvažovat o velkém počtu různých činitelů, které mají zpravidla velmi složitou vzájemnou spojitost. Vztít v úvahu všechny tyto činitele, i když jen kvalitativně a orientačně, je pro velitele těžké. To vše vyvolává naléhavou nutnost využít při řešení nejdůležitějších úkolů vědecké argumentace, vědeckých metod operačního výzkumu, které umožňují najít kvantitativní základ řešení. Přitom se v procesu předvídání berou v úvahu všechny nejdůležitější činitele daného jevu a to nikoli orientačně, kvalitativně, nýbrž dostatečně přesně, kvantitativně. To vše značně zvyšuje kvalitu rozhodnutí a umožňuje je zvolit nejúčinnějším způsobem s přihlédnutím k změněmu charakteru bojové činnosti.

Značné změny charakteru bojové činnosti přinesly značný počet nových úkolů a problémů, při jejichž řešení není možno využít všech zkušeností z minulých válek. Vzniká nutnost vědeckými metodami zobrazit zásadní rysy soudobé bojové činnosti nebo některých operativních úkolů s cílem najít nejúčinnější řešení mnohých nových úkolů a problémů. Neocenitelnou pomocí jsou metody operačního výzkumu, které umožňují vědecky předvídat příští bojovou činnost a řešit nejdůležitější úkoly nejrůznějšího charakteru tím nejlepším způsobem. Metody vědeckého předvídání mají v nové vědě ústřední místo a v dnešní situaci umožňují vytvářet určitý pravděpodobný matematický obraz jednotlivých procesů budoucí činnosti a

tím vyplnit mezeru, způsobenou tím, že nejsou zkušenosti z jaderné války.

Matematické metody operačního výzkumu při řešení praktických úkolů bez zkušeností jsou efektivní a musí doplňovat cvičení a válečné hry.

V operačním výzkumu existují dvě základní metody:

metoda statické analýzy a metoda matematického předvídání.

Principiální rozdíl těchto metod spočívá v tom, že v prvním případě se řeší analýza minulé činnosti a v druhém předvídání budoucí činnosti. V obou případech je cílem najít nejlepší řešení, nejlepší plán budoucí činnosti.

Metoda statické analýzy je metoda aposteriorní, založená na zkušenostech minulých operací. Jsou pro ni nutné statistické údaje a na základě jejich analýzy se hledá řešení. Odtud i název metody — metoda statistické analýzy.

Metoda matematického předvídání je metoda apriorní, která není založena na zkušenostech minulých operací. Tato metoda předpokládá, že zkušenosti z podobných operací neexistují. Řešení se hledá na základě vědeckého předvídání, matematického předvídání očekávaných výsledků budoucí činnosti.

Vznik těchto dvou hlavních metod je podmíněn existencí dvou typů praktických úkolů, které se řeší metodami operačního výzkumu.

První typ je charakterizován tím, že jsou dostačující zkušenosti z některých podobných operací v dalším, tzn. v zásadě zlepšit dříve přijatá řešení.

Druhý typ úkolů je složitější. Je charakterizován tím, že nejsou zkušenosti z podobných operací. Avšak i v tomto případě je třeba najít nejlepší řešení, nejlepší plán operace a její organizace. Metoda matematického předvídání má zvlášť důležitý význam při analýze srovnatelné účinnosti perspektivních systémů výzbroje.

V operačním výzkumu se v současné době projevují dva hlavní směry matematického předvídání:

metoda matematického modelování a metoda hodnocení účinnosti. Mají úzkou spojitost, takže nelze mezi oběma směry určit přesnou hranici. K určení účinnosti se vytvářejí matematické modely.

Při metodě matematického modelování se vytváří matematický obraz celé operace, nebo některé její části s příslušným stupněm podrobnosti. Matematický model se dále zkoumá a zjišťuje se opti-

*) V současné době se řada našich a hlavně zahraničních specialistů pokouší brát v úvahu podobné činitele zavedením systému hodnotících koeficientů.

mální význam těch parametrů operace, jejichž veličinu je možno ovlivňovat; to znamená nalézají se optimální řešení.

Při metodě hodnocení účinnosti se úplný matematický obraz operace nevytváří. Volí se určitý nepřímý ukazatel účinnosti — tj. kritérium účinnosti. Stanoví se matematická závislost tohoto ukazatele na hlavních kvantitativních činitelích operace a dále se zjišťují významy parametrů, které zabezpečují nejvyšší význam kritéria účinnosti a z toho vyplývající největší úspěch operace. Tyto významy parametrů jsou i optimálním řešením daného úkolu.

Metoda modelování je metodou přímou. O charakteru průběhu operace se zde usuzuje podle modelu, získaného na základě matematického popisu hlavních zákonitostí dané operace. Metoda zhodnocení účinnosti je metodou nepřímou. Celé matematické zobrazení operace se nedělá. O úspěchu operace se usuzuje podle určitého nepřímého ukazatele.*) Z praktického hlediska se tyto metody liší též různým stupněm složitosti matematického aparátu a možnostmi jejich realizace na elektronických počítačích. Metoda modelování je z matematického hlediska velmi složitá a je možno ji realizovat zpravidla jen na elektronických počítačích. Metoda zhodnocení účinnosti je dostatečně jednoduchá a může být úspěšně realizována na nevelkých strojích i jednoduchými prostředky. Optimální řešení mohou být při správné organizaci práce nalezena v nejkratší době.

Metody modelování je účelné využít ve velkých štábech a vědeckých ústavech při řešení problémů soudobých operací i při řešení různých aktuálních úkolů soudobé bojové činnosti jako je např. volba optimálního systému výzbroje vojsk nebo jednotlivých vzorů výzbroje, stanovení účelných zásad taktiky, operačního umění a strategie, různých normativů apod. Ve všech těchto otázkách může a musí metoda modelování poskytnout neocenitelnou pomoc vojenskému odborníkovi při vědecké argumentaci podobných řešení.

Metody hodnocení účinnosti lze využít hlavně při řešení různých úkolů ve vedení vojskům v období plánování i v průběhu bojové činnosti při přípravě rozhodnutí. Přibližnost metody je zde bohatě kompenzována rychlostí získání optimál-

ních řešení, která jsou základem rozhodnutí velitele. V některých případech může být tato metoda použita k řešení jiného typu praktických úkolů, které nemají vztah k velení, např. k určení racionálních operačně taktických normativů nebo charakteristik výzbroje. Přesnější řešení těchto úkolů se dosahuje při zkoumání matematického modelu boje a operace.

Metoda matematického modelování se v současné době rozvíjí dvěma hlavními směry: po linii vytváření analytických a statistických modelů.

V analytickém modelu jsou vyjádřeny všechny hlavní kvantitativní faktory operace (operační parametry), spojené analytickými závislostmi v podobě rovnic různého druhu. Systém těchto rovnic je tedy analytickým modelem, který se dále zkoumá s cílem stanovit doporučení o volbě příslušného parametru operace.

Typickým příkladem analytického modelu jsou diferenciální rovnice bojové činnosti (rovnice LANCASTERA) a jejich mnohé obměny.

Dokonce i v nejjednodušší podobě jsou LANCASTEROVY rovnice velmi užitečné pro získání doporučení k řešení celé řady nejdůležitějších operačně taktických otázek.

Je to například vliv poměru sil v počátečním období na průběh bojové činnosti při různém tempu doplňování vojsk obou stran, nebo zjišťování vlivu předstihujícího prvního úderu na průběh další bojové činnosti za různého poměru sil a při různé době předejetí. Kromě toho na základě podobných modelů je možné řešit i méně významné otázky, například problém účelnosti určitého druhu výzbroje nebo výstroje.

Základem statistického modelování je matematická metoda statistického výzkumu, zvaná metoda MONTE CARLO. Charakteristickým rysem metody je její experimentální charakter. Celá operace je souhrnem vzájemně spojených náhodných jevů — prvků modelu. Pro každý jev se stanoví náhodné charakteristiky (zákon rozdělení pravděpodobnosti, jeho parametry atd.). Dále se všechny tyto náhodné jevy experimentálně zpracovávají v matematickém stroji pomocí generátoru náhodných čísel. Každý jev se zpracovává pomocí samostatného bloku, který je současně spojen s ostatními bloky.*) Model

*) U reálných úkolů jich bývá zpravidla několik, nebo se dochází k zobecněnému kritériu účinnosti.

*) Realizace statistického modelu na stroji v podobě jednotlivých bloků je základem názvu této metody modelování — „blokové“.

se potom přehrává tolikrát, kolikrát je třeba získat potřebné výsledky — očekávané významy parametrů operace. Volba optimální varianty se uskutečňuje změnou druhů modelu a srovnáním výsledků. Při velkém počtu základních prvků operace se hypotéza o zákonu rozdělení každého prvku vyjadřuje na základě zdravého úsudku a zpravidla nevyvolává pochybnosti. Statistické modelování se v současné době používá k zobrazení boje, jednotlivých bojových prostředků (např. prostředků PVO, tanků aj.), v případě malých jednotek, tzn. k vytvoření mikromodelů. Metodu je možné použít i k vytvoření modelů bojové činnosti útvarů i svazků; v tomto směru se podnikají teprve první kroky.

Použití metod teorie operačního výzkumu k analýze bojové činnosti je značně obtížné.

Podmínkou úspěšného použití teorie operačního výzkumu je těsná součinnost vojenských odborníků, inženýrů a matematiků. Úkol vojenských specialistů — operátorů spočívá v operačním popisu procesů, se kterými se setkáváme při plánování a organizaci bojové činnosti. Operačního popisu využívají inženýři a matematikové k sestavení matematických algoritmů a programů, realizovaných na elektronických počítačích. Méně složité operační taktické úkoly mohou být řešeny metodami teorie operačního výzkumu nejjednoduššími počítačemi prostředky, nebo i pomocí speciálně zpracovaných tabulek, grafikonů a nomogramů.

Společná práce operátorů a matematiků umožňuje tedy přesně stanovit operační taktické úkoly a správně volit kritéria účinnosti, podle nichž je možné hodnotit výsledky zkoumané bojové činnosti a správně využívat matematických metod ke zkoumání vojenských otázek.

V současné době se metody teorie operačního výzkumu nejvíce používají k propočtům využití bojových prostředků v operacích.

Všechny propočty k použití jaderných, chemických i klasických zbraní různými prostředky úspěšně řeší metody teorie operačního výzkumu. Zvlášť důležitý úkol je zjištění optimálního rozdělení jaderných náloží na objekty nepřítele mezi raketová vojska a frontové letectvo.

Velkou úlohu mají kvantitativní metody u vojsk protivzdušné obrany. Mohou je použít ke zhodnocení bojových možností uskupení sil a prostředků protivzdušné obrany, k získání doporučení na

změnu sestavy příslušných uskupení, k nalezení nejlepších variant bojové činnosti při odražení náletů nepřátelského letectva, a ke zhodnocení bojové účinnosti perspektivních prostředků protivzdušné a protiraketové obrany.

Metodami operačního výzkumu mohou být úspěšně řešeny mnohé operační taktické úkoly: hodnocení radiační situace, bojové použití pozemních vojsk, letectva, válečného loďstva, převozy vojsk všemi druhy dopravních prostředků, týlové zabezpečení atd.

Další vývoj teorie operačního výzkumu a značná pozornost věnovaná této teorii vojenskými odborníky umožňuje značně rozšířit oblast jejího použití v různých oblastech taktiky, operačního umění a strategie.

V teorii operačního výzkumu se používají všechny soudobé matematické teorie, zvláště pak teorie pravděpodobnosti, teorie her, teorie hromadné obsluhy, metody statistických pokusů, lineárního programování aj.

Teorie pravděpodobnosti umožňuje řešit mnohé nejdůležitější otázky vojenství, neboť v bojové činnosti má své místo prvek pravděpodobnosti. Teorie pravděpodobnosti se zabývá zkoumáním zákonitostí v náhodných jevech. Každý důstojník v současné době zná základní vzorce teorie pravděpodobnosti, používané při propočtu:

— pravděpodobnosti zasažení nepřátelského objektu raketou, torpédem, pumou,

— pravděpodobnosti zjištění nepřátelské ponorky,

— matematické naděje ztrát apod. Zákonem rozptylu raket, torpéd, pum a granátů vyplývají z normálního zákona rozptylu, zkoumaném v rámci teorie pravděpodobnosti.

Teorie her zkoumá konfliktní situace, kde dvě strany sledují protikladné cíle. Takové situace vznikají i v průběhu bojové činnosti. Teorie her umožňuje zvolit z velkého počtu možných variant činnosti vlastní strany i nepřítele takovou vlastní variantu (v teorii her se nazývá optimální strategie), při níž efekt (kritérium účinnosti) bude odpovídat významu, ať je činnost nepřítele jakákoli. Použití teorie her umožňuje vyhnout se šablonovitě činnosti, hluboce analyzovat možná protipatření nepřítele a podle nich zjišťovat nejlepší varianty činnosti vlastních sil. Veliký význam má teorie her pro ana-

lýzu bojových možností různých druhů ozbrojených sil.

Teorie hromadné obsluhy zkoumá kvantitativní zákonitosti v systémech hromadné obsluhy. Systém hromadné obsluhy je v této teorii souhrn zařízení a automatů. Do tohoto systému se náhodně dostávají požadavky, očekávají nebo neočekávají pořady obsluhy a opouštějí systém jako uspokojené nebo částečně neuspokojené. Systém hromadné obsluhy tedy zahrnuje vstupní tok požadavků, souhrn obsluhujících zařízení a vystupující tok obslužených a neobslužených (obecně) požadavků. V této teorii se řeší úkoly, které mají důležitý význam i pro vojenskt: jaká je střední doba obsluhy požadavku, jaká je délka řady požadavků, střední procento obslužených požadavků, střední doba očekávání pořadí atd.

Zjišťování závislosti výše uvedených charakteristik na struktuře systému hromadné obsluhy a počtu zařízení **umožňuje teorie získat doporučení na konstrukci systémů obsluhy s danými parametry**. Tato teorie však nedává žádná doporučení o kvalitě obsluhy.

Typickými příklady systémů hromadné obsluhy jsou telefonní ústředny, opravy, námořní přístavy a letiště. Avšak i mnohé jiné druhy bojové činnosti je možné pokládat za systémy hromadné obsluhy, například odrazení náletu nepřátelského letectva protiletadlovými raketami.

Souhrn zařízení obsluhy bude v daném případě představovat protiletadlové komplexy. Vstupním tokem požadavků budou nepřátelské letouny, které „vyžadují obsluhu“, tzn. na ně je nutno zaměřit rakety. Výstupním tokem tu bude tok nepřátelských letounů, které pronikly k objektům a tok sestřelených letounů. Touto teorií bude v uvedené úloze možné určit procento proniknuvších letounů a najít takovou sestavu svazku a jeho PVO, aby byl počet proniknuvších letounů minimální. Zobrazení takového modelu na elektronkovém počítači dovoluje vyčíst množství variant a zvolit z nich ty, které jsou pro odrazení náletu nejvýhodnější.

Metoda statistických pokusů, zvaná též metoda MONTE CARLO, se rovněž používá k modelování bojové činnosti, zvláště na elektronkových počítačích. Idea metody MONTE CARLO spočívá v tom, že se na stroji (nebo jiným způsobem) mnohokrát zobrazuje model zkoumaného procesu, při němž pravděpodobnostní charakteristiky vydávají speciální generátory

náhodných čísel. Potom se vypočítávají frekvence zkoumaných náhodných veličin, které se při několikanásobném opakování pokusů přibliží odpovídajícím pravděpodobnostem.

K pochopení podstaty metody MONTE CARLO uvádím tzv. úkol BUFFALO, který měl vyřešit tento úkol: jaká je pravděpodobnost faktu, že při náhodném bodání jehlou do listu papíru, na němž jsou narysovány rovnoběžné přímky ve stejné vzdálenosti jedna od druhé, přeseke jehla jednu z těchto přímek.

Tento úkol byl řešen teoreticky a pravděpodobnost se ukázala rovnou zlomku, jehož činitelem je jednotka a jmenovatelem význam „ π “, vyjadřující poměr délky obvodu k jeho průměru.

Představme si, že nedovedeme vyčístli toto číslo. Pak je možno uskutečnit statistické modelování — mnohonásobné bodání jehlou do listu papíru. Vyčísleme-li při tom hustotu přetnutí jako poměr počtu přetínání k celkovému počtu bodů, určíme tím jednoduše číslo „ π “.

To je idea, která je základem metody MONTE CARLO. Je možné vytvářet modely složité bojové činnosti, pro níž jsme ještě neznali analytické závislosti a na základě velkého počtu opakování pokusů získat statistické pravděpodobnostní charakteristiky bojové činnosti. V současné době se metody MONTE CARLO zpravidla používá při tvoření statistických modelů bojové činnosti, realizovaných na elektronkových počítačích.

Lineární programování je matematická metoda, umožňující získávat optimální řešení v těch případech, kdy je kritérium účinnosti operace vyjádřeno lineárně od parametrů (na prvním stupni), charakterizujících operaci a samotné parametry jsou spojeny rovněž lineárními omezeními.

Podstatu lineárního programování lze nejlépe pochopit na úkolu o převozech. Řekněme, že máme několik výchozích bodů a několik bodů určení. Z každého výchozího bodu je nutno převést různé množství nákladů do všech bodů určení. Převozy je třeba zplánovat tak, aby jejich celková cena bylo minimální. Kritériem účinnosti v dané operaci je celková cena převozu, která bude lineárně závislá na množství převezených nákladů. Omezení se zde vztahují na množství převáženého nákladu, které bude rovněž lineární. Metody lineárního programování nám dají přímo optimální plán převozu.