



Научна прогноза – могућности и неке дилеме везане за примену у ратној вештини

УДК: 001.18 : 355/359

Проф. др *Василије Мишковић*, пуковник*

У раду је обрађен проблем примене метода и модела научне прогнозе у ратној вештини. Наиме, потреба за сагледавањем будућих стања у области ратне вештине у најширем смислу изузетно је значајна. Све одлуке које се доносе односе се на будућност, па је задатак научног прогнозирања распознавање тенденције и логике развоја прогнозираног процеса, што омогућава да се смањи утицај неодређености и неизвесности будуће ситуације. Аутор даје и кратак преглед модела и метода научне прогнозе. Будући да се методе и модели непрестано развијају, чланак садржи кратак приказ нових теорија на основу којих се развијају нови модели и методи научног прогнозирања. Осим тога, приказана су нека ограничења и дилеме у вези с применом научне прогнозе у ратној вештини.

Кључне речи: научна прогноза, модел, методе, ратна вештина.

Увод

Потреба за сагледавањем будућности и прогнозом развоја појава, процеса или форми ради побољшања квалитета одлука вероватно нигде није толико експлицитно изражена као у пословима везаним за решавање војних проблема, и то првенствено услед карактеристика оружане борбе и савремених ратишта. Карактеристике оружане борбе као што су: изузетна сложеност појава, случајност процеса који се одвијају у простору и времену, бројни чиниоци чији се утицај мења током времена, велика неодређеност и неизвесност будућих стања, промена стања окружења и тешко предвидива понашања људи у борби, значајно усложњавају процес доношења одлуке. Савремена ратишта су умногоме другачија него досадашња, а у будућности се очекује

* Аутор је професор Војне академије.

да ће се интензивирати промена стања окружења, а тиме и слика будућих ратова. Може се с великом сигурношћу тврдити да ће успех зависити од техничких могућности и, првенствено, од могућности система командовања да у веома кратком времену квалитетно обради мноштво информација и донесе квалитетне одлуке о коришћењу сопствених ресурса. Услове у којима се мора доносити одлука карактеришу неодређеност и неизвесност. Успостављањем квантитативних и квалитативних односа смањују се неодређеност и неизвесност будућих стања и омогућава доношење бољих одлука.

Због изузетне комплексности савремених борбених дејстава неопходна је прогноза развоја и одвијања процеса и планирање снага и средстава, како на најопштијем плану, тако и у сасвим конкретним случајевима, без обзира на изразиту неодређеност и неизвесност будућих стања. Савремени рачунари омогућавају да се теоретска обрада тих проблема и математички записи доведу до неког степена применљивости. Новије научне дисциплине дају теоријску основу, а и могућност практичне градње различитих модела за истраживање законитости борбених дејстава и истраживања у домену припреме оружаних снага за евентуални рат.

Нови модели и методе научног прогнозирања интензивно се развијају и побољшава се примена постојећих модела и метода. Постоји нужност прогнозирања, и то научног прогнозирања, те методе и модели у великој мери могу да помогну у решавању проблема прогнозирања у свим подручјима људске делатности, па и у ратној вештини, јер је нужност научног прогнозирања посебно изражена у ратоводству.

Потребе и ограничења примене научне прогнозе у ратној вештини

Потреба за сагледавањем будућности и на основу прогноза развоја појава, процеса или форми посебно је значајна за изучавање и истраживање војних система. Ниједан рат није личио на претходни, а на основу искуства, земље које су своје оружане снаге пројектовале и градиле првенствено на искуствима из прошлих ратова губиле су ратове или су их добијале уз огромне жртве. Земље које су своје оружане снаге и планове одбране пројектовале и градиле првенствено на основу пројекције развоја појава и будућих стања, најчешће су добијале ратове.

Услови неизвесности и неодређености који преовладавају у оружаним сукобима увек су били изазов за људе. Тежња људи да изнађу узроке и законитости вођења оружане борбе имала је двоструки карактер: док су се једни за то подручје интересовали ради теоријске обраде те класе проблема (покушаји математичког описа), други су се тим подручјем бавили оперативно, решавајући настале и наметну-

те проблеме. Ипак, и једни и други скоро увек имају исти, сасвим практичан, разлог и циљ – жељу да се сопствена страна доведе у што повољнији положај у односу на противника. Прогноза може да се односи на одређеног противника, али противник може да буде и апстрактан, уопштен или замишљен, што зависи од нивоа општости проблема који се решава и циља који жели да се постигне.

За добијање јасне слике развоја појава и будућих стања нису довољни искуство, таленат и интуиција,¹ па је примена модела и метода научне прогнозе скоро нужна. Слика будућег рата зависи од развоја бројних појава: економске моћи земље, технолошког развоја, развоја техничких система итд., како сопственог развоја, тако и комплетног развоја могућег агресора или могућих агресора. Дакле, слика будућег рата зависи од следећих услова и чинилаца:

– друштвено-политичког чиниоца, који се, пре свега, односи на развој опште националне и војне стратегије, политике националне одбране и војне доктрине, али и на континуитет стваралачког напора грађана у реализацији одбране отаџбине;

– концепцијско-доктринарног чиниоца, који, у најширем смислу, произилази из концепцијско-доктринарне основе одбране земље дефинисане нормативним актима;

– геополитичког и геостратегијског чиниоца, који се односи на положај земље у односу на деловање глобалних, регионалних и унутрашњих чинилаца од којих зависи однос других према њој, пре свега великих и суседних земаља. У вези с тим чиниоцем првенствено се разматра могућност да Земља, због сопственог положаја и могућег преплитања и сукоба економских, политичких и стратешких интереса великих и других земаља, буде увучена у рат против своје воље и интереса;

– економског чиниоца, који на основу економских основа стања и развоја земље може да се разматра с више аспеката (економске основе стања и развоја земље доминантан су чинилац материјално-техничке и кадровске базе; економске основе стања и развоја земље су ограничавајући фактор; од економских основа стања и развоја земље зависи начин реализације свих процеса у систему одбране, посебно увођење новог наоружања и војне опреме у наоружање; безбедност земље зависи од економских основа стања и развоја земље јер од њих зависи осигурање сталне, повишене и потпуне борбене готовости;

¹ „Ниједан командант не може само на основу искуства и талента, без количинских показатеља, тачно предвидети како ће се у стварности у времену и простору развити борбена дејства. У томе му, поред осталих, помажу и математичке методе које се заснивају на рачуну вероватноће и које му омогућавају да се за кратко време, уз помоћ електронских рачунара, изврше читави комплекси прорачуна и добију многобројни количински показатељи“ (М. Самарџић, *Место и улога операционих интерживања у војној науци*, ВИЗ, Београд, 1971).

економске основе стања и развоја земље утичу на модернизацију наоружања и војне опреме и развој инфраструктуре, и слично);

– техничко-технолошког чиниоца, који се изражава могућношћу да савремена ратна техника (оружја и системи нове технолошке генерације), велике ударне моћи, доведе до промене начина вођења рата. Једна од основних карактеристика савременог рата јесте све већи утицај материјално-техничког чиниоца рата у односу на остале чиниоце (људи, простор, време) и промена њиховог значења. На пример, због великог удела техничко-технолошког чиниоца у најоштријој форми се намеће проблем професионализације кадра, и то већ на нивоу послуге. Темпо техничког развоја наоружања и војне опреме постаје све бржи, а убрзава се и процес његовог увођења у оперативну употребу.

У вези с развојем снага потенцијалних агресора могу да се разматрају техничко-технолошки развој и опремање, организацијско-формацијске промене у оружаним снагама, модели и методе наступања и промене у тој сфери.

То су само неки од бројних услова и чинилаца који се морају узимати у обзир приликом прогнозе. Разматрани услови и чиниоци морају се конкретизовати и квантификовати, али се све то мора посматрати и на најоштријем нивоу, тако да се преплићу захтеви за сталним поопштавањем и сталном конкретизацијом. На пример, многе индикације указују на то да ће се тежити да се модерни рат, у основи, води перманентно неоружаним облицима, што значи да треба имати (добити прогнозом) општу слику тога рата, али и начин његовог конкретног испољавања.

Узимање у обзир и обрада тако бројних и, истовремено, веома сложених утицајних чинилаца скоро је немогућа само на основу интуиције. Добијање прогнозе појава и слике будућих стања, односно слике будућег рата, нужно је повезано с начинима стицања знања и истраживања закономерности и међузависности утицајних чинилаца на те појаве. Приступу решавању тог проблема могу бити различити, али сви омогућавају добијање само приближне слике одвијања будућих ратова, а поузданост прогнозе је мања што је дуже време за које се прогнозира. Ни у једној прогнози не могу у потпуности да се узму у обзир сви утицајни чиниоци, који су претежно стохастичког карактера, нити да се у потпуности континуирано обухвати и прати свака промена услова за дужи временски период. Због тога је прогнозирање трајан процес, а добијени резултати, односно прогнозе, само су слике пресека будућих стања при промени услова. Зависно од промене услова и утицајних чинилаца, прогнозе се мењају. Да би добијене слике (прогнозе) биле јасније, али и ближе реалности, умногоме могу да помогну методе и модели научне прогнозе.

Истраживања која се обављају у оружаним снагама, али и шире, предузимају се ради изналажења одговора на питања пројекције раз-

воја везане за: организацијско-формацијске структуре јединица; ватрену моћ; покретљивост у спрези с просторним, временским и другим ресурсима, и резерве и залихе муниције, ракета, минско-експлозивних средстава, погонских средстава, основних средстава, електроенергетских средстава, резервних делова итд. У свим оружаним снагама у свету поставља се питање начина димензионисања, распореда и ешелонирања резерви и залиха материјалних средстава, и организовања, распоређивања и димензионисања капацитета за ратну производњу, као и како да се организују развој и премештање јединица у нове рејоне употребе, како да се максимално искористе ограничени комуникациони и други ресурси, и слично. Да би се добили одговори на та питања неопходна је примена различитих модела, метода и техника, али и што прецизнији улазни подаци.

Због специфичности оружане борбе, истраживачима тих појава, за које су карактеристични изузетно сложени случајни процеси, стално се намеће проблем коришћења резултата различитих истраживања и верификације добијених резултата. Права провера се обавља тек у оружој борби, а за потребе теорије и праксе мора се доћи до одређених података, чињеница и законитости још у миру, док се обављају одговарајуће припреме. Улазни подаци, параметри итд. добијају се прогнозирањем, што је, у суштини, основа за доношење одлука.

Потребу за прогнозирањем, које омогућава развој науке, технике и технологије, потврђују интензивирани истраживања и примена метода научног прогнозирања у ратној вештини у оружаним снагама бројних земаља. Такође, очигледно је да треба интензивирати систематизовану и усмерену примену резултата добијених истраживањем, како у свакодневной пракси, у пројектовању и развоју система, тако и у обучавању. Истраживање и примена могу да се интензивирају само ако се одговарајуће активности проводе плански и организовано, а то значи да су потребни „алат“ за истраживање и људи који ће се професионално бавити истраживањем. Зато се у свим оружаним снагама истраживања институционализују, тј. постоје институције које се баве развојем „алата“ за истраживања и основним истраживањима и којима се могу поставити конкретни задаци за истраживање.

О научно прогнозирању

Један од основних научних циљева истраживања јесте научна прогноза. Прогноза развоја појаве, процеса или форми једна је од основа неопходних за одлучивање.

За *научно прогнозирање* карактеристична је окренутост будућности, која је увек везана са елементима неодређености и неизвесности који онемогућавају да се тачно „погоди“ будућа ситуација. Основни задатак научног прогнозирања јесте распознавање тенденције и

логике развоја прогнозираног процеса, што омогућава, у коначном, да се смањи утицај неодређености и неизвесности будуће ситуације на резултате донесених одлука.

Савремену етапу развоја војске одликује комплексно коришћење различитих наука приликом решавања војних проблема. Развој операционих истраживања и других метода омогућује да се изаберу оптималне варијанте одлука о неопходном односу снага и средстава ратне технике, прорачун материјалних расхода и губитака, изналажење најрационалније конструкције различитих средстава итд. Међутим, без обзира на то колико су добре методе које се користе приликом доношења одлука, од њих неће бити велике помоћи ако се буду користили нетачни улазни подаци. *Задатак научног прогнозирања* је обезбеђивање органима или лицима која доносе одлуке што прецизнијих и поузданијих информација на основу којих се те одлуке доносе. На тај начин, хармонично повезивање савремених метода и модела одлучивања са моделима и методама научног прогнозирања и њихова примена у добијању научних прогноза и рангирања варијаната одлука (или избор оптималних одлука), уз искуство и умешност војних стручњака, омогућава ефикасно решавање сложених војних задатака.

За научно прогнозирање неопходно је да се (условно) дефинишу поједини појмови и термини, јер код нас у тој области још не постоји јасно и једнозначно дефинисана терминологија.

Предвиђање – вештина одређивања будућег стања објекта заснована на субјективном „одмеравању“ бројних утицајних чинилаца.

Прогнозирање – истраживачки процес на основу чијег се резултата добијају могући подаци о будућем стању прогнозираног објекта.

Прогноза – коначни резултат предсказања и прогнозирања.

Систем прогнозирања – систем који садржи математичке, логичке, хеуристичке елементе и на чији улаз долазе све постојеће информације о прогнозираном објекту, а на излазу се дају подаци о будућем стању тог објекта.

За формирање прогноза значајни су:

– *интервал посматрања* – одсечак времена и (или) границе промена других независно променљивих у којем постоје подаци о понашању прогнозиране величине пре садашњег тренутка;

– *интервал претицања* – одсечак времена од тренутка стварања прогнозе до будућег тренутка за који се ради прогноза;

– *време прогнозирања* – временски тренутак у будућности за који се ради прогноза.

Прогнозе, према садржају, могу да буду *квалитативне* и *квантитативне прогнозе*. *Квалитативне прогнозе* се могу добити помоћу логичког расуђивања и преко квантитативне прогнозе процеса и појава који утичу на прогнозирани процес. *Квантитативне прогнозе* су везане за вероватноћу да ће настати неко збивање у будућности и за неке количинске карактеристике тог збивања (математичко очекивање,

дисперзија итд.). У квантитативном прогнозирању разликују се *тачкасте* и *интервалне прогнозе*. Под тачкастим прогнозама подразумевају се оцена математичког очекивања прогнозираног параметра у задатом будућем тренутку времена. Интервална прогноза одређује размере области у којој ће се са задатом вероватноћом наћи вредност прогнозираног процеса. Значај квантитативних показатеља за доношење одлука ради оптималног управљања сложеним динамичким процесима, у које спадају и процеси везани за оружану борбу, уочен је још у првим радовима из области ратне вештине.²

Зависно од интервала претицања, прогнозе могу да буду краткорочне, средњорочне и дугорочне прогнозе. Прецизност и поузданост прогноза у директној је функцији времена прогнозирања и интервала претицања, а захтевана прецизност и поузданост прогноза зависе од намене и нивоа општости. Које прогнозе припадају којој од тих класа зависи од трајања процеса за који се прави прогноза.

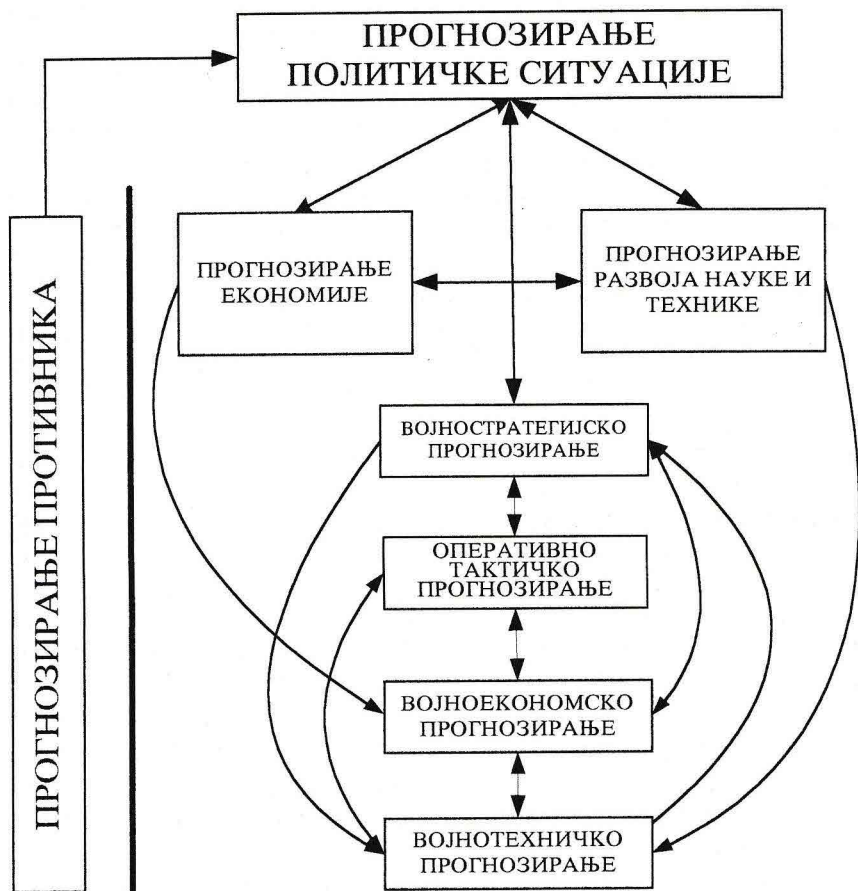
Области војног прогнозирања могу се, условно, груписати као: стратегијска, оперативно-тактичка, економска и техничка област. Прогнозирањем се у војсци обухвата мноштво различитих проблема. *Предмет војног прогнозирања* је истраживање војно-политичке ситуације, слике будућег рата, перспективе развоја стратегије, оператике и тактике, квалитативног и квантитативног састава својих и састава оружаних снага евентуалног противника, перспективе развоја и могућности војне економике у будућности, прогнозирање стратешких, оперативних и тактичких планова противника итд. Све се то налази у међусобној зависности, односно између предмета војног прогнозирања постоје међусобни односи и утицаји (шема 1).

Модел прогнозирања

Модел војног прогнозирања могу да се класификују према различитим обележјима. Зависно од врсте прогнозираног објекта, модели могу да буду:³ модели процеса оружане борбе; модели функционисања техничких средстава; модели развоја производње; економски

² Познати кинески војни теоретичар и војсковођа Сун Цу Ву, пет векова пре нове ере, у свом делу *Вештина ратовања*, написао је: „Победоносни генерал састављао је у својој глави многе прорачуне пре него што је битка започета. Поражени генерал их је такође састављао само превише мало. На тај начин мноштво прорачуна води до победе, мало прорачуна води у пораз. Што је било мање прорачуна, тиме је боље припремао пут поразу. С обзиром на ову чињеницу, у стању сам да предвидим чија ће бити победа, а чији пораз“. Неки руски научници и војни теоретичари имају сличан став: „Математика, а посебно теорија вероватноће, најмоћније је оружје у савременим војним системима само се њиме треба разумно користити, јер у савременим условима прогноzirати значи прорачунати“ (М. Самарцић, *Операциона истраживања у управљању и командовању*, ВВШ ЈНА, Београд, 1972).

³ Ј. В. Чујев, Ј. Б. Михајлов, *Прогнозирање у војсци*, ВИЗ, Београд, 1980.



Облици прогнозирања и њихова узајамна веза

модел; демографски модели; социјални модели; модели политичке ситуације итд. Унутар сваке врсте модела могу, зависно од нивоа посматрања, да се разликују следеће класе модела: модели општих питања оружане борбе; модели посебних питања, непосредно везаних за оружану борбу; општи модели логистичке подршке; модели појединих функција логистичке подршке; модели функционисања комплекса или појединачних узорака војне технике итд. Зависно од карактера тока прогнозираног процеса, модели могу да се класификују као модели еволуционог и модели револуционарног развоја, као и модели који имају и један и други развој. Под еволуционим типом

подразумевају се сталне, али мале промене којима се, у ствари, обезбеђују побољшања успешности и развој система. Тај тип развоја је, у суштини, природан – на први поглед је невидљив, али је сталан и даје стварне резултате. Да би тај тип промена, побољшања, усавршавања и развоја био могућ неопходно је да у систему постоји повољан општи миље и јасна општа тенденција развоја система. Значи, према прогнози промена чинилаца и промене њиховог утицаја успоставља се општи миље и одређује тенденција развоја система, а систем се развија и побољшава у оквиру тог миљеа и према пројектованој тенденцији развоја. Одступање од тога углавном значи значајно нарушавање успешности система. Под еволуционим развојем подразумева се постанак, постепен, усклађен и координиран развој.

Революционаран развој је скоковит, као и промене у њему, што најчешће доводи до промене релативних односа међу параметрима појаве, процеса или форме, зависно од тога шта се посматра. Под тим типом развоја подразумевају се велике промене у систему, промене структуре система, промене одвијања процеса, начина функционисања итд. Те промене су тренутне и релативно дуго се припремају, док њихово увођење у функцију кратко траје. Развој револуционарног типа најчешће не значи побољшање у систему. Чак је обично успешност система непосредно након провођења промена мања него пре тога. Те промене значе успостављање новог миљеа за функционисање система, односно отклањање ограничења која без радикалних промена не би могла да се отклоне. Промене револуционарног типа у систему, такође, најчешће значе и промену опште тенденције развоја система, што у суштини значи да се мења целокупна прогностичка слика. У реалности, ипак, најчешће се јављају комбиноване промене, односно иза револуционарних промена долазе еволуционе итд., па су, сходно томе, најчешћи модели који укључују и један и други развој.

Модели се класификују и према начину описа, па постоје описни (књижевни) и математички модели. Зависно од начина математичког описа, модели могу да буду аналитички, нумерички, симулациони или комбиновани модели.

Идеја о могућности комплексне примене математике у анализи и прогнози војних ситуација јавила се у току Првог светског рата. У радовима Ланчестера у којима се разматра однос снага и наоружања као чиниоца победе параметри бројног стања противничких страна у току борбе описују се диференцијалним једначинама. До сада су урађене разноврсне модификације основног модела које се односе на хомогеност снага (исти борбени системи, једнаке могућности са различитим коефицијентима исцрпљивања) или хетерогеност снага. Приликом описа динамике борбе диференцијалним једначинама у обзир се узимају различити чиниоци који утичу на организацију дејстава: увођење резерви, резерве и залихе, претходна дејства, јединице раз-

личитог типа итд. Но, без обзира на сва математичка извођења и теоријску оправданост таквог разматрања, евидентни су и недостаци тих модела у истраживањима у којима треба доћи до практичних, употребљивих резултата. Основни недостаци аналитичких модела Ланчестеровог типа су тешкоће око дефинисања закона промена коефицијената исцрпљивања снага по времену, увођења промена које реално настају због акције људског чиниоца у борби и релативно великих ограничења у примени на реалне проблеме истраживања. Ипак, за одређене пресеке стања могу, у анализи, да се примене ти модели, на пример, Динеров модел за анализу губитака итд. У различитој савременој литератури примена тог приступа углавном се везује за прогнозу ефикасности дејстава оперативних и виших састава.

Зависно од неодређености и неизвесности, постоје детерминистички и стохастички модели. Чисте детерминистичке појаве су изузетно ретке, тако да су стохастички модели знатно чешћи. Постоје различите методе којима се решавају проблеми стохастичких појава и процеса, али су најчешће методе математичке статистике.

Значај и могућности примене теорије вероватноће и математичке статистике, у подручју војних система уочене су, мада више интуитивно, још у 19. веку (још тада су официри високог ранга у Француској слушали курсеве из теорије вероватноће). Теорија вероватноће и математичка статистика, као области математике, имају посебан значај у изучавању појава, процеса и функционисања војних система.

Могуће су класификације модела и према другим обележјима. Саме класификације имају више едукативни значај, а при развоју модела ипак се више рачуна води о томе како да се развије модел који што боље описује појаву, процес или форму чији се развој прогнозира, а мање о томе како се модел класификује и којој класи припада.

Методe прогнозирања

Методe прогнозирања су хеуристичке, математичке, методe физичког моделовања и комбиноване методe. У математичким методама прогнозирања постоје следеће етапе приликом примене:

- избор и (или) грађење модела прогнозираног процеса;
- прорачун (експерименти на моделу) истраживаног процеса за задани тренутак у будућности;
- анализа резултата прогнозирања и оцена тачности добијених резултата.

Математичке методe се деле на методe математичког моделовања и методe екстраполације (статистичке методe). У прогнозирању уопште, од методa математичке статистике најчешће се користе методe анализе временских серија и екстраполације тренда, и то за прогнозу у системима у којима постоје подаци о посматраној појави и

њеном развоју у прошлости. Ти подаци омогућавају и развој нових или примену постојећих модела прогнозе зависно од тога који имају већу прецизност и поузданост. Познавање већег броја утицајних чинилаца омогућава већу поузданост и прецизност, али је неопходна и примена сложенијег математичког апарата.

Временске серије се најчешће разматрају као сложене појаве које су састављене од четири компоненте: основне тенденције развоја појаве, цикличних колебања, сезонских колебања и случајних колебања. Основна тенденција развоја појаве изражава се функцијом и назива се тренд, а под основном тенденцијом развоја појаве подразумева се дуготрајна еволуција појаве. Циклична колебања су дуготрајни утицаји који се понављају, док су сезонска колебања краткотрајни утицаји на појаву који се такође понављају (најчешће зависе од времена у којем се појава одвија, по чему су и добила назив). Случајна колебања су утицаји који немају јасно изражену зависност од неких фактора. Сва та колебања су често веома изражена, тако да отежавају уочавање основне тенденције развоја појаве.

У анализи и прогнози развоја временске серије примењује се више метода и поступака ради добијања прогнозиране вредности. Прогноза може да буде тачкаста или интервална. Под тачкастом прогнозом се подразумева одређивање једне вредности коју појава може да поприми у времену за које се обавља прогноза. Интервална прогноза обухвата интервал у којем се може наћи вредност прогнозиране појаве. Та прогноза је везана с вероватноћом да се вредност прогнозиране појаве нађе управо у том интервалу. У анализи и прогнози временске серије примењују се следеће методе и поступци:

- провера хипотезе о постојању тенденције,
- избор криве раста,
- одређивање параметара криве раста,
- екстраполација тренда.

За проверу хипотезе о постојању тенденције најчешће се користе метода провере разлике средњих нивоа и метода Форестер-Стјуарта. Метода провере не даје увек поуздане резултате, док је метода Форестер-Стјуарта поуздана и једноставна, и неки аутори препоручују примену управо те методе.⁴

Након утврђивања постојања тенденције развоја појаве неопходно је да се изабере крива раста, што је, вероватно, кључни елемент у целом поступку, јер су грешке при избору криве раста највеће грешке у методологији статистичког прогнозирања. Кривом раста се исказује (описује) законитост развоја појаве у времену. За избор криве раста могућа је примена методе засноване на карактеристикама прираштаја, која се састоји од три корака: изравнавања временске серије,

⁴ С. Вукадиновић, Ј. Поповић, Д. Теодоровић, *Збирка решених задатака из математичке статистике*, Саобраћајни факултет, Београд, 1981.

одређивања средњих прираштаја и одређивања низа изведених особина прираштаја.

Различита колебања су често веома изражена, тако да отежавају уочавање основне тенденције развоја појаве. То условљава нужност елиминације тих колебања, односно примене поступка изравнавања временске серије, које може да се обавља помоћу више метода: изравнавање временске серије помоћу покретних средина, адаптивне покретне средине и експоненцијалне средње вредности динамичке серије.

Метода оцене параметара криве раста зависи од изабране криве раста. Најчешће се примењују метода најмањих квадрата, метода три суме и метода три тачке.⁵ Добијањем криве раста, односно функције, одређена је теоријска вредност појаве у времену. Ту вредност треба кориговати индексима сезонског и цикличног колебања.

Најчешће примењивана метода прогнозе јесте метода екстраполације тренда, која даје тачкасте прогнозе. Вероватноћа да ће појава у будућности имати баш ту вредност блиска је нули, зато је важно да се одреди интервал вредности у којем ће се, са одређеном вероватноћом, у будућности налазити вредности посматране појаве. Значајно је да се метода екстраполације тренда заснива на претпоставкама да развој појаве са довољно основа може да се окарактерише трендом и да општи услови који су постојали у развоју појаве у прошлости неће у будућности претрпети значајне промене.

Метод физичког моделовања обухвата разне вежбе јединица, испитивања наоружања и војне технике итд., док се хеуристичко прогнозирање везује за експерте. У војсци се користи за оцену борбене ситуације, узимање у обзир тактике дејства своје и противникове стране, прогнозирање намера противника, претресање плана операције, доношење одлуке за план дејства итд. Под комбинованим методама, које се најчешће користе за решавање комплексних задатака, подразумева се примена свих наведених метода. Приликом решавања проблема везаних за општевојну ситуацију незаобилазна је у прогнозирању и логичка анализа.

Примена⁶ наведених метода омогућава да се прогноза обави у конкретним случајевима, али и да се апстракцијом конкретних случајева успоставе зависности и формулишу законитости у структури појава. На тај начин се у процесима прогнозирања, процесима доношења одлука и проналажењу оптималних решења у одлучивању може смањити утицај субјективизма и отклонити постојећа тежња за линеаризацијом у човековом мишљењу.

⁵ Исто.

⁶ Методе су у чланку само наведене и да би се користиле неопходно је познавање и теоријске подлоге тих метода и метода на нивоу примене. Често се дешава да се те методе примењују механички, без познавања теоријске подлоге, а резултат је, најчешће, лоше тумачење резултата.

Савремена ратишта се разликују од досадашњих, а очекује се да ће у будућности техничке могућности условити да успех првенствено зависи од могућности система командовања да у веома кратком времену квалитетно обради велики број информација и донесе одлуке о најрационалнијем коришћењу сопствених ресурса. То нужно намеће потребу и за све бржим и квалитетнијим прогнозирањем и одлучивањем, што омогућавају постојеће методе, а у току и за потребе прогнозирања и помоћи у одлучивању непрестано се развијају нове или модификују постојеће методе и технике. Основни правац развоја је усавршавање постојећих метода и техника, развој метода и модела заснованих на теорији *fuzzy* скупова, неурорачунарству, теорији хаоса и методи моделовања и симулације.

Теорија *fuzzy* скупова⁷ (расплинути скупови, неразговетни скупови) зачета је у Задеховим радовима 1965. године. Отада се стално повећава број таквих радова, који су усмерени у два правца: у правцу развоја теорије *fuzzy* скупова и у правцу решавања практичних проблема применом те теорије. Наиме, примена те теорије шири се на различите области људске делатности. Поред примене у управљању организационим системима, примењује се у изради различитих техничких уређаја (веш-машине, видео-камере итд.).

Често се догађа да улазни параметри, који су неопходни за прогнозирање и доношење одлуке, не могу прецизно да се дефинишу. Проблеми везани за параметре који су неизвесни, непрецизни, субјективни, неодређени и вишезначни решавају се помоћу теорије *fuzzy* скупова. Наиме, у класичној теорији скупова јасно су разграничени елементи који припадају скупу и они који му не припадају. Међутим, постоји мноштво скупова без јасне границе између елемената у скупу и елемената изван скупа. У скуповима дефинисаним појмовима „мало“, „средње“, „велико“, „кратко“, „дуго“, „отприлике око...“ итд. не може се са сигурношћу говорити о припадности појединих елемената неком скупу и тај тип проблема се решава применом теорије *fuzzy* скупова. Зато се често јавља мишљење да је вероватноћа као опис одговарајућих појава превише „тврда“ за многа подручја истраживања. Могућности примене тог релативно новог подручја математике у области истраживања појава и процеса у оружаном борби нису још јасно изражене, али таквим описом појава и процеса стварају се нове

⁷ Теорија *fuzzy* скупова је посебна математичка теорија. У чланку је наведена као нова теорија за коју се сматра да може имати изузетно широку примену у подручју које се третира. Иако још увек постоје спорадична оспоравања те теорије, то је у чланку занемарено због бројних области у којима се практично примењује.

могућности. Посебно се очекује да ће се применом *fuzzy* скупова, релација и логике обезбедити нови квалитет у симулационом моделовању.

Теорија хаоса је нова теорија и најчешће се помиње да је зачео, публикацијом *Deterministic Nonperiodic Flow*⁸, амерички метеоролог Едвард Лоренц 1963. године. Сам назив – теорија хаоса, резултат је помодарства. Наиме, у једном периоду у науци су се предмету тренутног бављења давала ефектна имена (на пример, теорија катастрофа). Теорија хаоса, супротно од онога што јој име сугерише, односи се на законитости и ред у системима који само на први поглед изгледају неправилно (хаотично). Део теорије хаоса је, у ствари, теорија нелинеарних динамичких система, а други део се односи на фракталну геометрију. Бави се утицајем мале промене почетних услова на развој појаве у времену.⁹ Прогнозирање развоја појаве након одређеног времена постаје немогуће и за детерминистичке системе. Откриће да је у детерминистичким системима немогуће прогноzirати развој појаве након одређеног времена (детерминистички хаос) задира у саму структуру и основне принципе науке. Ти проблеми су уочени и раније, и сложености у вези с прогнозом развоја појава у динамичким системима у времену бавили су се познати математичари (Поинкаре¹⁰, Колмогоров, Чајтин, и други). О прогнози развоја појава у времену у стохастичким системима, односно немогућности прогнозирања развоја појаве након одређеног времена у неким стохастичким системима (стохастички хаос), у литератури има веома мало написа.¹¹ Ипак

⁸ Рад је објављен у метеоролошком часопису „Journal of Atmospheric Sciences“ и остао је незапажен дуже од десет година, све док се у науци није појавила јасна свест о томе да за многе неправилности нису „криве“ експерименталне грешке и случај, него да иза те свеприсутне неизвесности постоје законитости на које се почела примењивати тзв. теорија хаоса.

⁹ Осетљивост на мале промене у почетним условима назива се *Butterfly ефекат* (код нас се понекад назива и ефекат лептирових крила).

¹⁰ „Неки веома мали узрок који не опажамо утиче на битан ефекат који не можемо занемарити, и тада кажемо да је ефекат случајан. Када би природни закони и стање свемира били егзактно познати до почетне тачке, могли бисмо егзактно одредити стање свемира у неком каснијем тренутку. Но, чак и када не би више било тајни у природним законима, почетне услове могли бисмо одредити само приближно. Када би нам то омогућило да каснију ситуацију предвидимо истом вероватноћом – то је све што захтевамо – рекли бисмо да је феномен предвиђен и да следи законе. Али није увек тако, могуће је да мала одступања у почетним условима коначно у феноменима произведу велике разлике. Мала грешка у почетку касније ће изазвати велику грешку. Предвиђања постају немогућа и имамо случајан догађај“, сматрао је Хенри Поинкаре, 1903. године (цитат претходи садашњем мишљењу да се чак и најмање непознате о стању система могу временом повећати до те мере да предвиђања о далекој будућности постају немогућа).

¹¹ На основу веома малог броја штурних написа у стручној и другој литератури, тешко се отети утиску да се та теорија изучава и примењује знатно више него што се објављује. На пример, Алвин и Хејди Тофлер у својој књизи *Рат и антират* помињу примену те теорије у управљању кризама.

може се закључити, на основу појединих написа у стручној и научној литератури, да се та теорија развија и на подручју стохастичких система и да се постепено почиње примењивати и на подручју организационих система.

Моделовање и симулација тренутно су, вероватно, најмоћнији и најперспективнији „алат“ у рукама истраживача који се баве разноврсним војним проблемима, али имају изузетно широку примену у скоро свим областима људске делатности. Развој рачунарске технике, односно укупно информатичке технологије, дао је посебан импулс развоју и омогућио практичну примену те методе, док се њеним даљим развојем обезбеђује све већа могућност примене.

Симулација на рачунару је нумеричка техника којом се може експериментисати с математичким моделима који описују понашање сложеног система у времену. Испитивање унутрашњих међузависности елемената система, процена понашања у одређеним ситуацијама, провера нових стратегија и других показатеља могући су под условом да је креиран добар симулациони модел, кодиран у одговарајућем језику и да су проведени одговарајући експерименти. Основа за стохастичко моделовање и омогућавање симулације је *метода Монте Карло*.

На изради квалитетних симулационих модела сарађују људи разних струка: аналитичари реалних система и стручњаци за симулационе системе и језике итд. Процесом моделовања добија се модел који представља упрошћену слику реалног система. Зато се развијени модел мора вредновати, што је трајан процес, од почетка развоја до краја употребе. У току целокупног времена развоја и експлоатације модел се дограђује, а вредновање се своди на испитивање слагања понашања модела и реалног система (валидност) и проверу модела (верификација) у погледу слагања са моделом имплементарним на рачунару. При развоју модела морају се реализовати и други критеријуми (предикативна и структурна ваљаност), тако да истраживачи одређених појава имају на располагању поуздан апарат за истраживање.

Симулацијом на моделима могу се добити квантитативни показатељи потребни за даље анализе, али се методом моделовања и симулације не могу добити оптимална решења – за то су повољније друге методе. Међутим, изузетна предност те методе јесте могућност да се истраживања на системима обављају и пре него што сам систем реално постоји и да се прати развој процеса и у таквим системима. То је основна прогностичка карактеристика те методе али и њена компаративна предност у односу на остале методе.

Развој метода и модела омогућава повећање квалитета прогноза и одлука, али остаје проблем брзине прогнозирања и доношења одлука. У војним системима, да би се задовољили захтеви за брзином доношења одлука, јавља се потреба да се стално повећава бројно стање команди. Међутим, повећање команди не може да прати брзину пове-

ћања броја информација које треба обрадити у све краћем времену. Ограничење човекових могућности, с једне стране, и све већи захтеви које намећу научна, техничка и технолошка достигнућа, с друге стране, доводе човека у позицију да временски не стиже да прати развој и да га примени у пракси. Поготову човек није у стању да ефикасно користи све што му омогућавају развој науке и технике и да компетентно прогнозира, доноси одлуке и управља процесима. Делимично се тај раскорак ублажава развојем метода и техника за прогнозирање и изналагање оптималних решења. Права могућност за превазилажење ограничености човекових могућности, не само у практичном решавању проблема него и у истраживањима, јесте интеграција знања. Она претпоставља постојање човека који може да интегрише своје спознаје о одређеном подручју, чиме постаје експерт за одређено подручје који је у могућности да, на основу кључних елемената, препознаје и анализира ситуације и прогнозира какве ће промене у систему изазвати поједине акције. Суштина интеграције знања састоји се у могућности да се ускладе и повежу у јединствену прогнозу прогнозе једног или више експерата на једном подручју или више експерата на више подручја. Усклађивање мишљења појединих експерата у јединствено мишљење веома је компликовано и за то је неопходна примена експертских метода.

Под *експертским методама* подразумева се комплекс логичких и математичко-статистичких метода и процедура усмерених ка добијању од експерата информација неопходних за припрему и доношење рационалних одлука. Експертне методе могу да се окарактеришу као начини доношења одлука за које се користе знање и искуство стручњака из једне или више области. Те методе се примењују у ситуацијама када прогнозе не могу да се остваре путем тачних прорачуна. Примена математичких метода и модела у припреми одлука постала је значајан чинилац повећања квалитета одлука. Међутим, потпуна математичка формализација задатака често је неостварива услед њихове сложености. У тим случајевима, а и у случајевима када недостаје време за комплетне анализе, примењују се експертне методе, којима се обезбеђују активно и сврсисходно учешће специјалиста у свим етапама доношења одлука, што омогућава значајно повећање њиховог квалитета и ефективности. Методе коришћења оцена експерата значајне су за:

- стварање нових концепција;
- пројектовање структуре нових и модификацију постојећих модела;
- стварање прогноза; распознавање и одређивање детаљних циљева.

Приликом анализе експертских метода треба узимати у обзир њихову основну поделу на оне чији основ стварају поједини експерти

и на оне за које је неопходно искоришћавање колектива експерата. Групна експертиза је много поузданија од индивидуалне ако су испуњени одређени захтеви, међу којима су најважнији независност мишљења експерата и висока корелација оцена две једнаке групе експерата. Под групном експертизом се подразумева резултат обједињавања индивидуалних мишљења експерата о поретку преферентности посматраних објеката у једну оцену колективне преферентности. При томе се подразумева да примена логичких процедура и математичко-статистичког апарата за обједињавање мишљења експерата (изражених квантитативно) обезбеђује добијање складне групе преферентности. Проблеми који настају приликом формирања групе оцено повезани су са свођењем на исту меру оцена експерата који чине групу. Интеграција научних спознаја даје нови квалитет у приступу и начину прогнозирања, одлучивања и целокупног истраживања и примене.

Аналогно човеку експерту, а на основу развоја рачунарске технике, почели су да се развијају експертски системи.¹² За сада су они везани за¹³: уско подручје експертизе, ограничен језик изражавања чињеница и релација, ограничене представе о проблему и методама решавања, и мало знања о властитом подручју и ограничењима. Но, без обзира на могућности, значај и примену експертских система, чињеница је да су бројни експертски системи реализовани и уведени у употребу, као и да је ниво стручности упоредив са нивоом стручности људских експерата, и то не само у уско специјализованој области. Експертски системи углавном решавају проблеме за које нема алгоритамских решења. Функције које најчешће обављају експертски системи су: интерпретација, прогнозирање, дијагностика, планирање, мониторинг функције, поправка, лечење и управљање. Експертски системи су развијени и примењују се у различитим областима: медицини, хемији, математици, информатици, машинству, електроници, метеорологији, географији, геодезији, војним системима, саобраћају итд. У војним системима се примењују експертски системи везани за борбена дејства, али и други. Проблеми који се помоћу њих решавају јесу: саветовање, анализирање, категорисање, комуникација, консултовање, пројектовање, дијагностика, објашњавање, испитивање, прогнозирање, образовање концепта, идентификација, интерпретација, оправдавање, обучавање, руковођење, управљање, надзор, планирање, представљање, тражење, распоређивање, тестирање и одлучивање.

¹² Експертски системи су „софтверски производ који представља структурирано знање експерата дефинисано скупом правила и уграђено у рачунарске програме са разрађеном управљачком процедуром претраживања, а са циљем да се програмски дође до перформанси које поседује човек – експерт“ (С. Боровић, *Експертски систем за руковођење техничким обезбеђењем*, докторска дисертација, ВВТШ КоВ ЈНА, Загреб, 1989).

¹³ Према: С. Боровић, *исто*.

У развоју експертских система доминирају развијене земље, посебно САД и Јапан. Њихове тренутне предности у развоју експертских система су евидентне, али су мање одређене њиховим економским и технолошким могућностима, а више усвојеном политиком развоја¹⁴: јапанско министарство за спољну трговину и индустрију покренуло је 1981. године пројекат у вредности од 500 милиона америчких долара; Алвијева комисија Велике Британије препоручила је 1983. године капиталан напредак у области експертних система; америчко министарство одбране иницирало је 1984. године програм развоја у вредности 500 милиона долара; земље (тадашње) Европске економске заједнице, преко својих програма дугорочног развоја, организовано су приступиле питањима везаним за „вештачку интелигенцију“, засновану углавном на проблематици експертских система. Очигледно, развијене земље су кренуле у организован развој система интегрисаног знања још пре двадесет година, што им, у сваком случају, обезбеђује компаративну предност. Развој тог подручја, свакако, зависи од нивоа техничког и технолошког развоја и стручног кадра, али највише зависи од одлуке да се то подручје развија, и то од одлуке на високом нивоу. Наиме, уколико постоје праве одлуке, није могуће да се мање развијене земље приближе развијеним земљама на том подручју. Може се претпоставити да тек предстоји права експанзија у развоју тих подручја, и то у смеру интегрисања знања. Међутим, прави у потпуности интегрисани „алат“, развијен на основу нових приступа, не може се очекивати у скорије време у комерцијалној примени, што не значи да се у догледно време неће појавити поједини сегменти.

Развој метода и техника за прогнозирање, интеграција знања кроз развој различитих система за подршку одлучивању и експертских система и развој информационих система омогућавају проток, прихват и обраду мноштва информација, анализу потребног броја варијаната итд. Методе, технике, модели и системи значајно повећавају брзину и квалитет прогнозирања. Међутим, и даље остаје (барем у догледно време) незаменљива улога човека експерта у формулисању прогнозе и предлога варијаната одлука. Посебно је то изражено у војном прогнозирању, а нарочито прогнозирању везаном за борбена дејства. Још увек је скоро немогуће моделима и методама адекватно обухватити све, а нарочито понашање људи, и то посебно у конфликтним ситуацијама, а у борбеним дејствима учествује много људи. Методе, технике, модели и системи значајно повећавају брзину и квалитет прогнозирања, али су за сада само помоћ човеку експерту за подручје у којем се примењују.

¹⁴ Д. Ацтека, *Одабрана поглавља теорије препознавања облика са применама*, Институт за математику, Нови Сад, 1986.

Примена научног прогнозирања у војсци на подручју везаном за борбена дејства често је предмет спорења, и то више у вези с теоријским разматрањем, него с практичном применом. Наиме, при практичном решавању проблема примењује се оно што може да помогне, а у домену теорије постоје одређене дилеме: да ли постоји законитост развоја појава, да ли постоје узрочно-последичне везе, колики је утицај „надарености и урођене способности“ појединаца за предвиђање развоја појава итд.

Најчешћа је тврдња да не постоје правилност и законитости, а у конкретном случају решење се може добити само на основу „здравог разума“ и урођене способности појединаца.¹⁵ Али, ти појединци поседују и раније систематизована знања и та знања нису само проста класификација, нити само чисто искуство,¹⁶ него да за те појаве постоје и систематизована објашњења.¹⁷ Односно, да су ти појединци експерти за одређено подручје. Очекивање да се појаве опишу и да се изведу њихова систематична објашњења попут систематичних објашњења појава у механици нити је реално, нити је нужно.¹⁸ Као и у примени свих других наука, законитости развоја појава поштују се и примењују при изналажењу конкретних решења, а не посматра се решење конкретног случаја, и затим се изводи закључак да то није правило, односно закон. У суштини, тврдња да конкретно решење није законитост често је тачна, али се из ње не може извести објашњење да не постоји законитост. Један од разлога за спорење је то што се на појаве везане за борбена дејства не може применити класичан принцип узрочности. „Слаб“ принцип узрочности има формулу: „идентични узроци имају идентичне последице“, што је тачно, али у суштини не значи ништа јер је немогуће обезбедити „идентичне узроке“, односно идентичне услове у којима се појава развија без обзира на то колико

¹⁵ „Заиста, у том погледу много људи у свакој генерацији понавља у свом сопственом животу историју људске расе: они успевају да себи обезбеде знања и потребна обавештења а да нису подучавани у наукама и да претходно нису усвојили научне методе рада“ (Е. Нејгел, *Структура науке*, „Нолит“, Београд, 1974).

¹⁶ Значајна одлика већине обавештења која се стичу у току свакодневног искуства јесте то што, иако та обавештења могу бити прилично тачна у одређеним границама, она су ретко пропраћена неким објашњењем зашто су чињенице такве какве се мисли да јесу“ (Е. Нејгел, *исто*).

¹⁷ „Мишљење команданата, као и свако људско мишљење, ослања се на минуло искуство и знања. Брзина одвијања мисаоних процеса у многоме је одређена дубином теоријских знања“ (Ј. В. Чујев, Ј. Б. Михајлов, *исто*).

¹⁸ Уосталом, „немају све постојеће науке целовит облик систематског објашњења који показује механика, иако за многе – у области истраживања друштва као и у различитим деловима природних наука, замисао тако строго логичке систематизације наставља да игра улогу идеала“ (Е. Нејгел, *исто*).

се томе тежи.¹⁹ „Јак“ принцип узрочности има формулу: „слични узроци имају сличне последице“, што важи за изузетно велики број појава у природи али нема снагу универзалног принципа. Џон Стјуарт Мил га је формулисао на следећи начин: „... у природи постоје паралелни случајеви; оно што се деси једном десиће се опет у околностима са довољним степеном сличности“. Кад су у питању војни системи, најчешће је реч о системима у којима су процеси веома осетљиви на мале промене у почетним условима. Значи, не тврди се да у потпуности не постоји узрочнопоследична веза, него да принцип узрочности не важи онако како је дефинисано у овом случају. Такође, није тачно да је немогуће прогнозирање развоја појава и стања система јер се прогнозе обављају, али њихова поузданост опада с повећањем времена на које се односе. Могућност и поузданост прогнозирања зависе и од тога за који се ниво општости прогнозира. Због осетљивости већ на мале промене услова у којима систем функционише и, након неког времена, непредвидивости стања система, развоја појава, процеса или форми – да би се стање система, развој појава, процеса или форми могли прогнозирати и да би се систем ипак задржао у жељеном стању – неопходно је стално свесно улагање нове енергије, односно стално постављање нових почетних услова.

Закључак

Научно прогнозирање је увек окренуто будућности, што је повезано са неодређеношћу и неизвесношћу које онемогућавају да се поуздано и потпуно прецизно одреди развој појава и процеса, као и нека будућа ситуација. Зато научним прогнозирањем треба да се распозна тенденција и логика развоја прогнозираног процеса, што омогућава, у коначном билансу, смањење утицаја неодређености и неизвесности на резултате одлука.

Развој савремених војски одликује комплексно коришћење различитих метода, техника и система за подршку одлучивању при решавању различитих војних проблема. Развојем метода, техника и система за подршку одлучивању омогућава се избор оптималне варијанте одлука. Међутим, без обзира на то колико су добре методе које помажу у доношењу одлука, од мале су помоћи ако се користе нетачни или произвољни улазни подаци. Задатак научног прогнозирања састоји се у томе да се органима или лицима која доносе одлуке обезбеде прецизније и поузданије информације на основу којих се те одлуке доносе.

Чињеница да се сви утицајни чиниоци и услови не могу обухватити и да сваку прогнозу засновану на подацима добијеним научним путем може да елиминише непредвидивост понашања људског чиниоца

¹⁹ У квантној механици се, чак, говори о доњој граници тачности.

не искључује примену метода научног прогнозирања. Управо непредвидивост човековог понашања у конфликтним ситуацијама условљава да и даље остаје незаменљива улога човека експерта у формулисању прогнозе и предлога варијаната одлука. Негативан утицај непредвидивости човековог понашања у конфликтним ситуацијама може да се смањи, али ако се предузму мере да се ресурси оптимално припреме и распореде и људство обучи и увежба повећава се вероватноћа успеха и реализације прогнозе. Методе, технике, модели и системи значајно повећавају брзину и квалитет прогнозирања, али су само помоћ човеку експерту за подручје на којем се примењују.

У методологији научноистраживачког, стручног и оперативног рада, када је потребно да се у реалном времену обради мноштво разнородних информација, неминовна је примена метода за квантификације. Посебна погодност су постојање савремене информатичке технологије, добро разрађена теоријска основа и програмска подршка за већину метода. Развијени специјални системи и језици вишег реда омогућавају располагање добрим инструментаријумом за рад.

Применом само једне или само неколико метода у раду на проблемима везаним за војне системе ретко се може доћи до применљивих резултата, поготову у прогнози слике евентуалних будућих ратова. Међу методама које се примењују у раду на проблемима везаним за војне системе посебно су значајне квантитативне методе, које су, у ствари, основ за примену квалитативних метода. Будући да је предмет рада, по правилу, мултидисциплинаран, неопходно је ангажовање кадра различитог профила – тимски рад је готово правило. Стога су експерти за реалне системе, познаваоци метода, информатичари, специјалисти за организационе, техничке, технолошке и друге системе нужно чланови привремених и сталних тимова. На основу наведеног, може се закључити да тек хармонично повезивање савремених метода и модела одлучивања са моделима и методама научног прогнозирања, као и њихова примена са искуством и умешношћу војних стручњака, омогућава ефикасно решавање сложених војних задатака.

Литература:

1. С. Вукадиновић, *Елементи теорије вероватноће и математичке статистике*, „Привредни преглед“, Београд, 1981.
2. Д. Теодоровић, С. Кикуџи, *Увод у теорију fuzzy скупова и примене у саобраћају*, Саобраћајни факултет, Београд, 1991.
3. М. Чупић, *Увод у теорију одлучивања*, „Научна књига“, Београд, 1987.
4. В. Р. Zeigler, *Theory of modeling and simulation*, J. Wiley, New York, 1976.
5. Д. Н. Хорафас, *Системи и моделирование*, МИР, Москва, 1967.
6. А. Жомини, *Преглед ратне вештине*, Геца Кон, Београд, 1938.