

Adam Radomyski¹⁾

ZASTOSOWANIE SYMULACJI KOMPUTEROWEJ W PROCESIE DOWODZENIA OBRONĄ PRZECIWOLOTNICZĄ W CZASIE ĆWICZEŃ*

USE OF COMPUTER SIMULATION IN THE AIR DEFENSE COMMAND PROCESS DURING EXERCISES*

STRESZCZENIE W artykule przedstawiono wyniki badań w zakresie wspomagania procesu dowodzenia w obronie przeciwlotniczej przy wykorzystaniu nowoczesnej symulacji komputerowej. Pierwszą część stanowią rozważania teoretyczne ukierunkowane na przybliżenie pojęć związanych z modelowaniem symulacyjnym i symulacją komputerową w obronie powietrznej. Następnie określono korzyści wynikające z zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego w różnych rodzajach ćwiczeń stanowiących główną formę doskonalenia dowództw i sztabów w wojskach obrony przeciwlotniczej. W ostatniej części zawarto wnioski dotyczące praktycznych aspektów zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego GAMBLER w procesie kształcenia kadr wojskowych w Akademii Obrony Narodowej.

Słowa kluczowe:

symulacja komputerowa, obrona przeciwlotnicza, proces dowodzenia, GAMBLER.

ABSTRACT The article presents the results of investigations on the air defense command support process using modern computer simulation. The first part includes theoretical considerations aimed at explaining notions relating to simulation modeling and computer simulation in air defense. The next part discusses benefits of employing an operational-tactical level simulator in various types of exercise as they are the main form of improvement training in the Air Defense Force. The final part contains conclusions relating to practical aspects of employing the operational-tactical level simulator GAMBLER in the training process at the Polish National Defense Academy.

Keywords:

computer simulation, air defense, command process, GAMBLER.

DOI: 10.5604/0860889X.1139634

¹⁾ Akademia Obrony Narodowej, Wydział Zarządzania i Dowodzenia, 00-910 Warszawa, al. gen. A. Chruściela, e-mail: a.radomyski@aon.edu.pl

* Artykuł był prezentowany w języku polskim na konferencji KOSOP 2014 i został włączony do niskonakładowego zbioru *Kierowanie ogniem systemów obrony powietrznej*, AMW, Gdynia 2014. Dwujęzyczne wydanie ma służyć dotarciu do większego grona odbiorców, także anglojęzycznych. / This article was presented at the KOSOP 2014 conference and included in a low-circulation publication *Fire Control Systems in Air Defence*, AMW, Gdynia, 2014 [available in the Polish]. The bilingual edition is intended to reach a larger amount of readers, including English language users.

WSTĘP

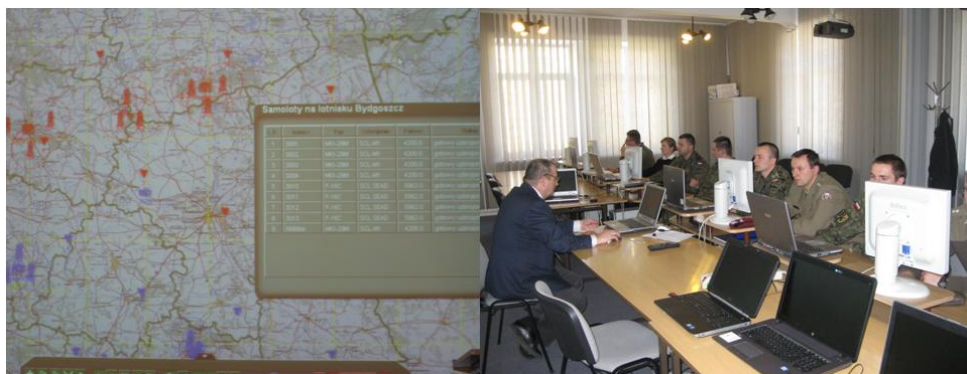
Praktyka dowodzenia OPL wskazuje, że główna przyczyna niepewności w sytuacjach decyzyjnych wynika z niezaspokojenia wymagań informacyjnych dowódcy, który dane musi rekompensować przypuszczeniami lub hipotezami opierającymi się na wiedzy, doświadczeniu i intuicji. Istotnym wyróżnikiem tych sytuacji jest fakt, że mają one właściwości gry, zatem dowódca nie w pełni je kontroluje. Jest jednym z graczy, który w sytuacjach niepewności i ryzyka oraz pod presją permanentnego deficytu czasu musi stawiać hipotezy dotyczące oceny wydarzeń, bieżących i przyszłych (pożądanych), na przykład dotyczących sposobu działania przeciwnika powietrznego czy rezultatów wynikających z podjętych decyzji [8]. Uwarunkowania te przysparzają dowódcom odpowiedzialnym za użycie sił OPL określonych trudności. Przedmiotem rozważań są zwykle warianty rozwiązań problemów decyzyjnych mieszczących się w obszarze uprawnień danego dowódcy. Natomiast losowy charakter uwarunkowań powoduje swoistą niepowtarzalność sytuacji decyzyjnych. W celu usprawnienia procesu dowodzenia w OPL od kilku lat w Akademii Obrony Narodowej stosowana jest metoda bazująca na operacyjno-taktycznym symulatorze działań powietrznych GAMBLER. Opracowany w 2005 roku przez zespół pracowników Wydziału Lotnictwa i OP Akademii Obrony Narodowej (pod kierownictwem płk. dr. hab. inż. Bogdana Zdrodowskiego) symulator przeznaczony jest przede wszystkim do symulowania działań sił w wymiarze powietrznym; symulowane

INTRODUCTION

Experience in the field of anti-aircraft defense (AAD) indicates that the main cause of uncertainty in decision-making situations is failure to satisfy the commander's requirements for information. He/she has to compensate for this lack of information using conjectures or hypotheses based on his knowledge, experience and intuition. An important characteristic of such situations is the fact that they are game-like, which means that a commanding officer (CO) does not have full control over them. He/she is one of the players, who in situations of uncertainty and risk, and under the pressure of permanent time deficit has to make hypotheses concerned with assessment of events, both current and future (desirable), e.g. concerned with the way the opponent conducts air operations or the results of the decisions made [8]. Such conditions generate problems for the COs responsible for the use of air-defense forces. It is usually variants of solving decision making problems in the area of authority exercised by a CO that are given consideration. The random character of conditions brings about some uniqueness of decision making situations. A method of employing the operational-tactical level simulator of air operations GAMBLER that have been used at the National Defense Academy for several years, in order to improve the command and control process in the AAD. The simulator, developed in 2005 by a team of workers from the Faculty of Aviation and Air Defense, National defense Academy (headed by dr Bogdan Zdrodowski, Col.)

obiekty mogą odzwierciedlać obiekty realne lub hipotetyczne. Pozwala on na prowadzenie eksperymentów z wykorzystaniem modeli określonych fragmentów rzeczywistości, które zmniejszają entropię informacyjną cechującą współczesne sytuacje decyzyjne w OPL.

is specially designed to simulate actions in the air defense area; the simulated objects can refer to real objects or hypothetical ones. This allows for conducting experiments using models of specific fragments of reality. The models reduce information entropy that is a characteristic of present-day decision making situations in the area of AAD.



Fot. 1. Zajęcia z uczestnikami kursu doskonalącego w zakresie użycia symulatora GAMBLER do wspomagania procesu dowodzenia obroną przeciwlotniczą, AON, kwiecień 2014 r.

Photo. 1. A class attended by course participants improving their skills in how to use the simulator GAMBLER in support of command and control processes relating to anti-aircraft defense, NDA, April 2014

Źródło / Source: zbiory autora / author's collection.

METODYCZNE UWARUNKOWANIA MODELOWANIA SYMULACYJNEGO W OBRONIE PRZECIWLOTNICZEJ

Modelowanie symulacyjne dobrze wpisuje się w nauki o obronności jako swoisty paradygmat metod systemowych, które pozwalają na dokonywanie analizy powiązań i zależności wszystkich czynników wywierających wpływ na funkcjonowanie systemów wojskowych, w tym OPL, jako całości [2]. Współcześnie potwierdzają to autorzy opracowań metodycznych opisujących sformalizowane prowadzenie badań naukowych 2014 (LV)

INFLUENCE OF METHODOLOGY ON SIMULATION MODELING IN ANTI-AIRCRAFT DEFENSE

Simulation modeling contributes well to defense sciences as a paradigm of system methods, which are used to analyze connections and dependences of all factors having effect on the performance of military organizations, including AAD, as a whole [2]. This has been confirmed by authors of methodology textbooks describing formalized conduct of scientific research in the area of air (anti-aircraft) defense. They

w obronie powietrznej (przeciwlotniczej). Postulują w nich szerokie stosowanie symulacji komputerowej jako jednej z metod badania złożonych systemów wojskowych, w tym także procesów walki ze środkami napadu powietrznego. Podstawą ich zastosowania jest konstruowanie, a następnie badanie modeli tych systemów. Dlatego też właściwe zrozumienie symulacji komputerowej wymaga przyswojenia podstawowych pojęć, do których należą: model, modelowanie, modelowanie symulacyjne i eksperyment symulacyjny.

Prezentowane rozważania koncentrują się na symulacji i modelowaniu symulacyjnym stosowanym dla usprawnienia procesu dowodzenia OPL. Bazując na treściach zawartych w publikacjach naukowych, w odniesieniu do wskazanego obszaru badań za symulację przyjęto pewien tok postępowania z modelem systemu OPL rzeczywistego polegający na odtworzeniu istniejących w rzeczywistości (lub hipotetycznych) właściwości danego systemu i obserwowaniu zmian zachodzących w nim w czasie oraz pod wpływem zmieniających się warunków wewnętrznych i zewnętrznych. W tym względzie ważną kwestią jest to, że w przypadku, gdy odwzorowywanie ciągów stanu badanego systemu OPL odbywa się metodą symulacji, a narzędziem ułatwiającym dokonywanie obliczeń jest komputer, symulację taką można określić mianem komputerowej [19].

Po sprecyzowaniu sposobu definiowania symulacji komputerowej kolejnym krokiem w toku prowadzonych rozważań naukowych było zidentyfikowanie innych

recommend wide use of computer simulation as one of the methods for investigating complex military systems, including fighting processes against air attack means. The essence the computer simulation is designing and then investigating models of these systems. Therefore the proper understanding of computer simulation requires learning the basic notions, such as: model, modeling, simulation-based modeling and simulation-based experiment.

The presented considerations focus on simulation and simulation modeling used to improve the command and control process in AAD. Drawing on scientific publications dealing with the area of the research mentioned, a certain procedure for handling a model of the AAD system was adopted. It involves recreating real (or hypothetical) features of a system, and observing changes occurring in it over time as well as changes resulted from changing inner and outer conditions. In this respect it is important that when recreating trains of state of an AAD system under investigation using a simulation-based method, and a tool facilitating such calculations is a computer, such simulation can be referred to as computer simulations [19].

After the way of defining computer simulation had been specified the next step was identification of other close in meaning notions, e.g. simulation-based modeling. As regards AAD it is most often understood as a process of building a model of a real AAD system followed by simulation experiments on

pojęć bliskoznacznych, na przykład modelowania symulacyjnego. W odniesieniu do OPL najczęściej rozumiane jest ono jako proces budowy modelu systemu OPL rzeczywistego oraz przeprowadzenie eksperymentów symulacyjnych na tym modelu, w celu poznania sposobu jego zachowania się pod wpływem czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Należy też podkreślić, że modelowanie symulacyjne to proces obejmujący nie tylko budowę modelu systemu OPL, lecz także analityczne zastosowanie modelu do zbadania (poznania lub rozwiązania) określonego problemu. Modelowanie symulacyjne może zatem przynieść korzyści w badaniu złożonych systemów OPL i procesów walki ze środkami napadu powietrznego (ŚNP). W tym zakresie pozwala:

- naśladować procesy (zjawiska) walki z przeciwnikiem powietrznym, zabezpieczenia, zasilania i obsługi wojsk OPL;
- badać skutki podejmowanych decyzji w aspekcie organizacyjnym, technicznym, ekonomicznym itd.;
- odtwarzać elementy systemu OPL i ich powiązania występujące w strukturze sił zbrojnych w celu ich przebadania.

Można również przyjąć, że istota metody modelowania symulacyjnego zasadza się na zbudowaniu modelu systemu OPL, który w niektórych elementach jest zgodny z systemem rzeczywistym, w innych zaś różni się od niego i może być badany za pomocą różnych metod.

Ważną kwestią jest także to, iż wyniki uzyskane z eksperymentów symulacyjnych przeprowadzonych na modelu są przenoszone drogą wnioskowania przez

this model in order to find how it performs under the impact of inner and outer conditions. It must be emphasized that the simulation modeling is a process which embraces not only a design of an AAD system model, but also an analytical application of a model in order to investigate (learn or solve) a specific problem. In this respect it can be used to:

- copy processes (phenomena) involved in fighting air opponents, providing support, replenishment and services for AAD troops;
- investigate the results of decisions made with regard to organization, technology, and economy, etc.;
- recreate elements of AAD system and their links in the armed forces in order to investigate them.

It can also be assumed that the essence of the simulation method is to build a model of an AAD system which conforms to a real system in relation to some elements and differs in relation to others, and can also be investigated with various methods.

In this respect an important issue is also that the results of simulation experiments on a model, are using inference transferred by analogy onto the AAD system under investigation. Thus it can be assumed that in this case the model performs as a means for mapping (reflecting, illustrating) complex, difficult to access processes and phenomena. And a computer simulation itself, using an established AAD model, undoubtedly facilitates the acquisition of new information concerned with the investigated system. A direct investigation of many

analogię na badany system OPL. Można zatem przyjąć, że w tym przypadku model występuje jako środek odzwierciedlenia (odwzorowania, zilustrowania) złożonych, trudno dostępnych procesów lub zjawisk. Z kolei sama symulacja komputerowa wykorzystując zbudowany model systemu OPL, bez wątplenia ułatwia uzyskanie nowych informacji o badanym systemie. Bezpośrednie badanie wielu zjawisk, w tym walki zbrojnej, często jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe. Poza tym w niektórych przypadkach badanie systemu OPL w bezpośredni sposób może być niewygodne, na przykład ze względów ekonomicznych. W tych okolicznościach modelowanie symulacyjne pomaga uporządkować zjawiska i procesy przez zastosowanie metod matematyczno-logicznych i heurystycznych, które ułatwiają poznanie istoty badanego systemu [10].

Próbując uchwycić istotę modelowania symulacyjnego, należy zastrzec, że nie jest ono metodą optymalizacyjną jak przy metodach analitycznych stosowanych na przykład w badaniach operacyjnych czy programowaniu liniowym. W odróżnieniu od nich modelowanie symulacyjne nie pozwala uzyskać rozwiązań optymalnych, a zadawalające. Umożliwia to systemowi OPL efektywne funkcjonowanie w przyszłych działaniach bojowych przy uwzględnieniu prawdopodobnych skutków decyzji dowódców oddziałów (pododdziałów) wojsk OPL.

KORZYŚCI Z ZASTOSOWANIA SYMULACJI KOMPUTEROWEJ W PROCESIE DOWODZENIA OBRONĄ PRZECIWLOTNICZĄ

Podsumowując dotychczasowe rozważania, można pokusić się o wskazanie

phenomena, including armed combat, is often very difficult or even impossible. Except for a few cases, investigating an AAD system in a direct way can be inconvenient, e.g. for economic reasons. Under such circumstances simulation modeling helps order phenomena and processes through using mathematical-logical and heuristic methods, which facilitate discovering the nature of the investigated system [10].

When trying to grasp the nature of the simulation method, it is important to bear in mind the fact that it is not an optimization method as in the case of the analytical methods used e.g. in operational investigations or linear programming. Unlike them, the simulation modeling does not make it possible to obtain optimum solutions but satisfactory or sufficient ones. This allows the AAD system to effectively function in future combat operations taking into account the probable effects of decisions made by AAD unit (sub-unit) Cos.

BENEFITS DERIVED FROM THE USE OF COMPUTER SIMULATION IN AN AAD COMMAND AND CONTROL PROCESS

To sum up the forgoing considerations, an attempt can be made to indicate a few advantages of simulation modeling a command and control of AAD troops. Undoubtedly, one of them is the fact that a simulation model can be used to test every aspect of an AAD solution (variant) recommended by the HQ of a unit (sub-unit) without prior engagement of material and human assets in specific (real) combat

zalet modelowania symulacyjnego w dowodzeniu wojskami OPL. Jedną z nich jest to, że model symulacyjny pozwala przetestować każdy aspekt zaproponowanego przez sztab oddziału (pododdziału) przeciwlotniczego rozwiązania (wariantu) działania bez wcześniejszego poświęcenia w działaniach bojowych konkretnych (rzeczywistych) zasobów materialnych i osobowych. Jest to bardzo ważny aspekt, gdyż eksperymentowanie w warunkach rzeczywistych jest zwykle bardzo kosztowne albo niemożliwe.

Ważną kwestią jest też to, że po stworzeniu modelu symulacyjnego mogą być sprawdzone nowe reguły i metody postępowania poprzez dokonywanie pewnych modyfikacji podstawowego modelu. Efekty tych zmian można obserwować jako dane wyjściowe modelu symulacyjnego, bez konieczności eksperymentowania z rzeczywistym systemem OPL.

Model symulacyjny pozwala też regulować upływ czasu, skracać lub wydłużać interwały czasowe symulacji. W praktyce oznacza to, że każde zjawisko może być dokładnie przeanalizowane i obserwowane podczas dłuższego czasu.

Poza tymi zaletami symulacja stwarza warunki do tłumaczenia występowania określonych zjawisk w rzeczywistym systemie dowodzenia OPL, bo każde pojawiające się zdarzenie czy wątpliwość mogą zostać dokładnie wyjaśnione. W symulacji komputerowej duże znaczenie ma animacja pozwalająca na wizualizację stanu zachowań modelu systemu OPL, co umożliwi wykrycie potencjalnych słabych punktów w systemie rzeczywistym. W konsekwencji potencjalne problemy systemu OPL mogą być wcześniej zdiagnozowane.

actions. This is a very important aspect as experimenting in real-life situations and is very costly or even impossible.

An important issue is also that after making a simulation model, new rules and methods of conduct can be tested through implementing some modifications in the basic model. The results of these changes can be observed as output data in the simulation model without a necessity to experiment with the real AAD system.

A simulation model also allows for regulating the passage of time, including reducing or increasing time intervals for simulation. In practice it means that each phenomenon can be investigated over a longer period of time.

Apart from these advantages a simulation creates conditions for explaining the occurrence of certain phenomena in a real AAD system as every occurrence or doubt can be thoroughly explained. Animation which allows for displaying the performance of an AAD system model plays an important role in a computer simulation, which in turn allows for detecting eventual weak points in real time. As a consequence, potential problems in an AAD system can be diagnosed earlier.

In addition to the advantages mentioned which are the result of the use of computer simulation, attention should also be paid to the fact that it can condense time to such a degree that it becomes possible to dissimulate long-term performance of the system during a short period of time.

Poza korzyściami wynikającymi z zastosowania symulacji komputerowej na uwagę zasługuje również to, iż może ona skondensować czas w takim stopniu, że istnieje możliwość dysymulowania długotrwałego działania systemu w ciągu bardzo krótkiego okresu. Zdolność ta pozwala rozważyć różne plany operacyjne w bardzo krótkim czasie, podczas gdy przeprowadzone próby na każdym realnym systemie OPL trwałyby bardzo długo.

Kolejną zaletą symulacji jest jej zdolność do odtwarzania stanów systemu. Przy końcu przebiegu symulacji komputerowej dostępne są dane charakteryzujące nie tylko stan całego systemu, ale również jego podsystemów (rozpoznania, rażenia, dowodzenia i zabezpieczenia), których analiza może dostarczyć badaczowi fundamentalnych danych. Symulacja komputerowa pozwala też na powtarzanie eksperymentów (po dokonaniu przez badacza pewnych zmian w parametrach lub warunkach działania systemu OPL).

Z technicznego punktu widzenia zaletą symulacji komputerowej jako metody badania jest jej uniwersalność przy rozpatrywaniu różnorodnych problemów. Pozwala ona na eksperymentowanie, sprawdzanie i porównywanie nowych systemów lub na promowanie wprowadzania zmian do systemów istniejących.

Reasumując, złożone systemy wojskowe, takie jak OPL, mogą być przedstawione w realistyczny sposób, dzięki czemu symulacja jest bardziej przekonująca niż modele matematyczne i łatwiejsza do zrozumienia. Modelowany, przetestowany, zweryfikowany i wizualnie przedstawiony model symulacyjny systemu OPL daje wiarygodne i łatwiejsze do

Owing to this capability a researcher can consider various operational plans which he/she would like to investigate over a short period of time, whereas trials carried out on each real AAD system would last very long.

Another advantage of simulation is its capability of recreating systems. Towards the end of a computer simulation, data characterizing not only the state of the whole system, but also its subsystems (reconnaissance, engagement, command and support), whose analysis can provide the researcher with fundamental data that becomes available. The computer simulation can also be used to repeat experiments after the researcher has made some changes in parameters or conditions relating to the performance of the AAD system.

From the technical point of view an advantage of the computer simulation as a research method is its universality with regard to considering various problems. It can be applied to experimenting, checking and comparing new systems or to promoting the introduction of changes in the existing systems.

To sum up, complex military systems, such as AAD, can be presented in a realistic way. Owing to this, the simulation is more persuasive than mathematics-based models and it is easier to understand. A simulation model of an AAD system : modeled, tested, verified and displayed offers reliable and easier to accept results than the subjective opinions of experts. Hence the computer simulation becomes an indispensable tool in a situation in which analytical

zaakceptowania wyniki niż subiektywne opinie ekspertów. Symulacja komputerowa staje się zatem niezbędnym narzędziem w sytuacji, gdy metody analityczne nie mogą dostarczyć właściwego i rzeczowego rozwiązania.

ZASTOSOWANIE SYMULATORA OPERACYJNO-TAKTYCZNEGO W CZASIE ĆWICZEŃ

Wykorzystywanie symulatora do wspomagania procesu dowodzenia wojskami OPL należy do grupy metod symulacyjnych przeznaczonych do oceny rezultatów działań bojowych i gier wojennych [1, 3]. W metodach tych zasadą jest stochastyczny charakter determinowania cząstkowych wyników działań i bieżące ich uwzględnianie w czasie eksperymentu. Kluczowe w tym zakresie są potrzeby informacyjne poszczególnych komórek funkcjonujących na stanowisku dowodzenia pułku (dywizjonu) przeciwlotniczego, gdzie dochodzi do wymiany informacji, zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz struktury, z komórkami dowodzenia innych organów dowodzenia, na przykład przełożonego, sąsiadów itp.

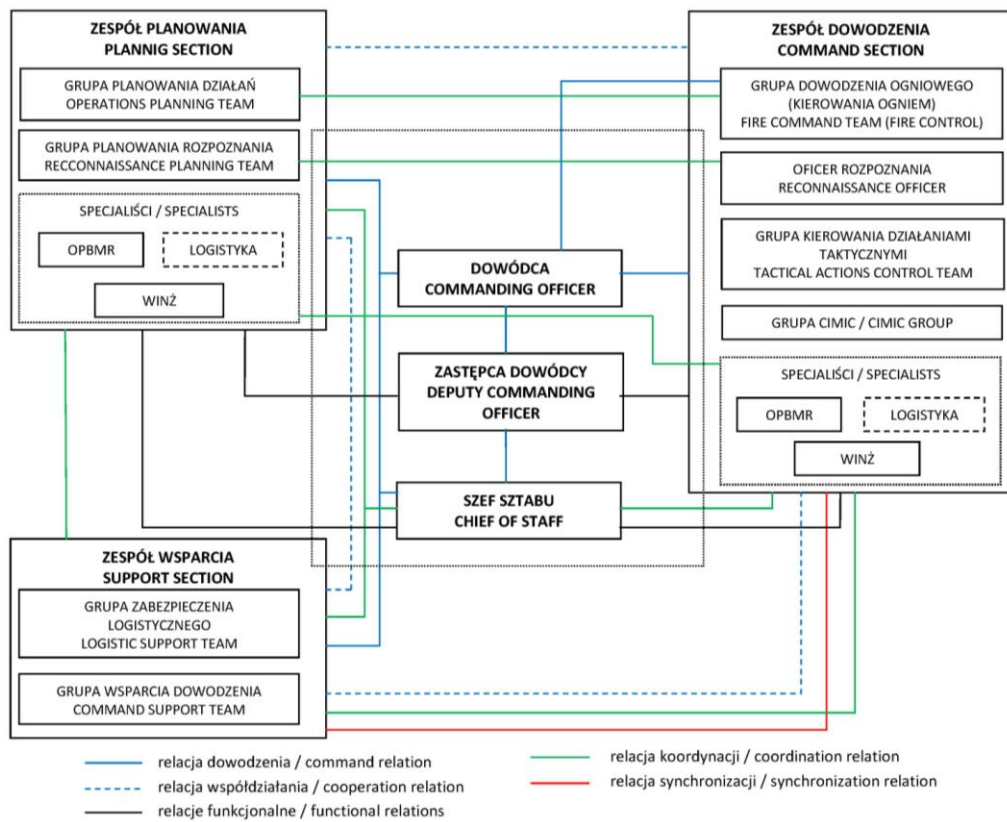
Operacyjno-taktyczny symulator działań powietrznych jest komputerowym modelem symulacyjnym do symulowania działań sił w wymiarze powietrznym, zgodnie ze stawianymi interaktywnie zadaniami, przy uwzględnieniu warunków. Umożliwia on badanie związków przyczynowo-skutkowych zachodzących podczas działań w wymiarze powietrznym. Jest przydatny do wspomagania procesów decyzyjnych poprzez określanie skutków wariantów decyzyjnych [4].

methods cannot offer proper and matter-of-fact solutions.

A USE OF THE OPERATIONAL-TACTICAL LEVEL SIMULATOR IN EXERCISES

Using a simulator to support the command and control process of AAD troops belongs to a group of simulation methods designed to evaluate the results of combat actions and war games [1, 3]. The characteristic of these methods is the stochastic character of determining partial results of actions and taking them into consideration as the experiment continues. The key factor in this respect is information requirements of the particular cells functioning at the command post of an AAD regiment (squadron), where the information, both from inside or outside the structure, is exchanged with command and control cells or other command bodies, e.g. superior CO, neighbors, etc.

The operational-tactical level simulator of air actions is a computer model for simulating force actions in the air in accordance with tasks set in the interactive manner, taking into account conditions. It can be used to investigate cause-effect relationships occurring during air actions. The simulator is useful in support of decision making processes through indicating results of decision variants [4].

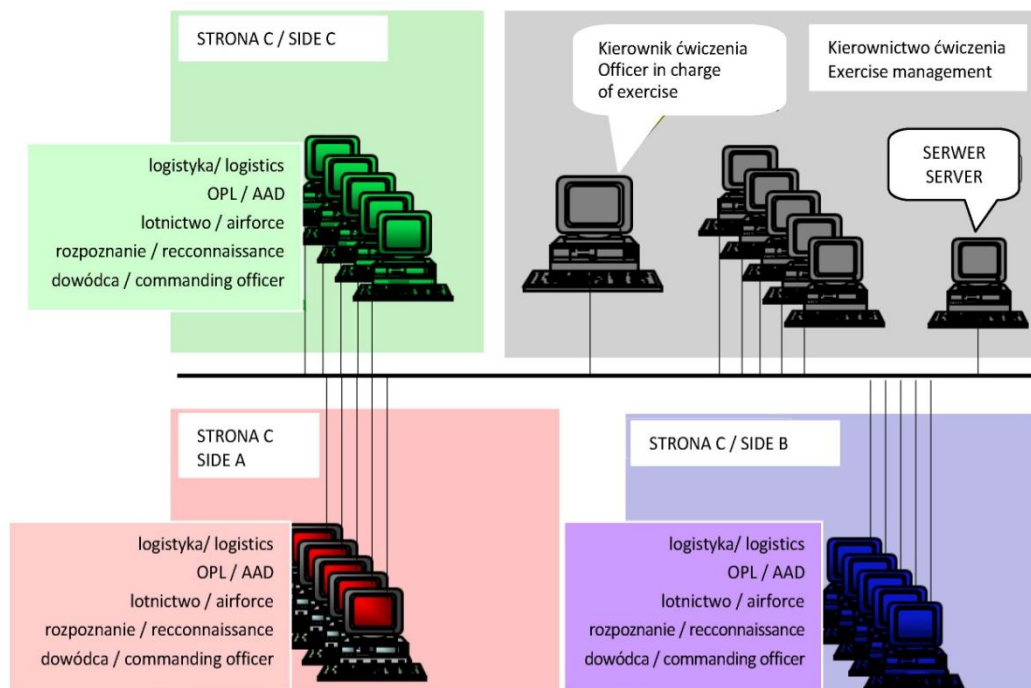


Rys. 1. Potrzeby wymiany informacji w procesie dowodzenia realizowanym na stanowisku dowodzenia pułku (dywizjonu) przeciwlotniczego

Fig. 1. Information exchange requirements in the process of command and control executed at an AAD regimental (squadron) command post

Główną zaletą stosowania symulatora z punktu widzenia wspomagania dowodzenia jest uwzględnianie czasu i możliwość badania stanów obiektów w dowolnym momencie. Oddziaływania stron są identyfikowane w czasie i przestrzeni przez sprawdzanie szeregu warunków, z których wiele zależy od decyzji podejmowanych przez uczestników eksperymentu — występujących w roli decydentów, zgodnie z kompetencjami, jakie posiadają w rzeczywistych systemach dowodzenia. Dowódca ma okazję zapoznać się z możliwym rozwojem powietrznej sytuacji operacyjno-taktycznej, będącym skutkiem jego decyzji, zanim w rzeczywistości wprowadzi ją w życie.

As for the command support the main advantage of using the simulator is that time is taken into account and it has the capability of investigating objects at any moment. Actions on the side are identified in time and space by checking several conditions, many of which depend on decisions made by participants of the experiment — being decision makers and exercising the authority they have in real command systems. A CO has an opportunity to learn about the possible progress in an air situation at the operational and tactical level, being the result of his decision, before he/she executes it.



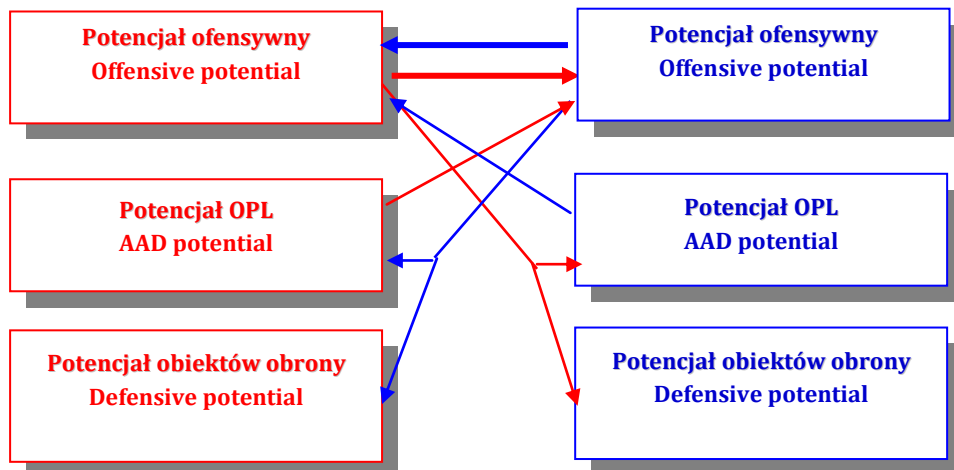
Rys. 2. Architektura symulatora operacyjno-taktycznego GAMBler

Fig. 2. The architecture of the operational-tactical level simulator GAMBler

Źródło / Source: W. Krzemiński, *Symulator operacyjno-taktyczny działań powietrznych*, 'Journal of KONBiN', 2011, No 3 [Investigating anti-air system performance effectiveness with digital simulation — available in the Polish].

Symulator GAMBler podczas eksperymentów symulacyjnych odwzorowuje efekty podjętych decyzji o użyciu środków OPL nie tylko w aspektach czasu i przestrzeni, ale także skuteczności realizacji поставionych zadań [21]. Uwzględnienie owej skuteczności polega na zadeklarowaniu prawdopodobieństw realizacji zadań przez środki walki wojsk OPL (raketowe i artyleryjskie) w określonych warunkach. Po zdekodowaniu wystąpienia tych warunków podczas symulacji następuje losowanie wyniku realizacji zadania z tym prawdopodobieństwem i uwzględnienie wyników w dalszej symulacji.

In the course of simulation experiments the simulator GAMBler maps the results of decisions already made concerned with the employment of AAD assets not only with respect to time and space but also to the effectiveness in executing the tasks set [21]. Taking into account this effectiveness involves declaring execution probability of tasks carried out by AAD assets (missile and tube artillery) under specific conditions. After decoding the occurrence of these conditions during the simulation, sampling is made with regard to the execution result of the task having this probability, and further simulation results are then taken into account.



Rys. 3. Relacje oddziaływań potencjałów bojowych w wymiarze powietrznym

Fig. 3. Interactions of air combat potentials

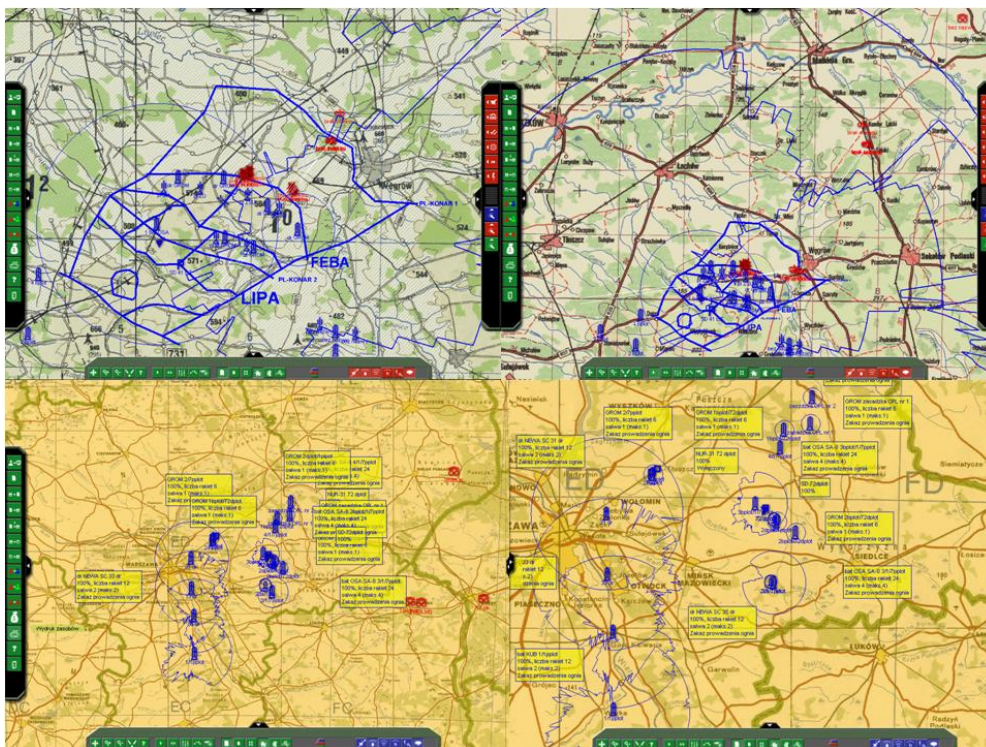
Źródło / Source: P. Makowski, *Metodyka zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych w dowodzeniu, AON, Warszawa, 2004* [Procedures for using air actions operational-tactical level simulator in command — available in the Polish].

Technologia pracy na symulatorze pokrywa się z technologią przeprowadzenia ćwiczenia dowódczo-sztabowego. W ćwiczeniu symulator może być zastosowany do wypracowania i oceny wariantów działania przez sekcję planowania działań ofensywnych, defensywnych i logistycznych. Ponadto może on z powodzeniem pracować jako urządzenie do prowadzenia aktualnej sytuacji. Dokumentowanie położenia stron, podejmowanych decyzji oraz skutków podjętych decyzji po każdym etapie działań umożliwia późniejsze odtworzenie i ocenę przebiegu ćwiczenia podczas jego omawiania.

Z przeprowadzonej analizy ćwiczeń realizowanych w wojskach wynika, że symulator może być stosowany również w innych rodzajach form doskonalenia dowództw i sztabów [4].

Procedures employed to make use of the simulator correspond with the procedures employed to carry out a command-staff exercise. In an exercise the simulator can be used, by an offensive, defensive, logistic operations section, to work out and evaluate operation variants. In addition it can be used as a tool for carrying out a current operation. Documenting location of the sides, decisions made and results of the decisions made after each stage of operation allows for later recreation and evaluation of the exercise during a debriefing.

It follows from the analysis of the exercises carried out that the simulator can also be used in other forms of training of commands and staff [4].



Rys. 4. Zobrazowanie sytuacji taktycznej w symulatorze GAMBLER

Fig. 4. A tactical situation display in the simulator GAMBLER

1. W ćwiczeniach grupowych i trenin-gach sztabowych do:

- modelowania ugrupowania posterunków radiolokacyjnych;
- określania efektywnego ugrupowania jednostek obrony przeciwlotniczej;
- ugrupowania pododdziałów walki radioelektronicznej;
- użycia lotnictwa myśliwskiego, w tym dyżurowania w powietrzu i na lotniskach;
- użycia lotnictwa taktycznego;
- doboru środków walki;
- określania możliwości realizacji zadań przez poszczególne rodzaje wojsk i jednostek, w tym logistycznych;

1. In group exercises and staff training to:

- model an array of radio-location posts;
- determine an effective array of AAD units;
- to array electronic warfare units;
- employ fighter planes, including flying duty sorties and stand-by duties on airfields;
- employ tactical planes;
- select fighting assets;
- estimate capabilities of carrying out tasks by particular services and units, including logistic units;
- evaluate the way missions are carried out;
- evaluate variants of actions.

- oceny sposobów realizacji zadań;
 - oceny wariantów działania.
2. W ćwiczeniach dowódczo-sztabowych, grach taktycznych i wojennych oraz ćwiczeniu taktycznym [4]. Może być zastosowany do wypracowania i oceny wariantów działań wojsk OPL i do planowania wsparcia logistycznego. Ponadto można go zastosować do prowadzenia mapy ćwiczenia, eliminując tradycyjne mapy papierowe. Zapisywanie aktualnego tła taktycznego ćwiczenia i jego historii po każdym etapie działań umożliwia dokumentowanie i ponowne analizowanie.
 3. W ćwiczeniach instruktażowo-metodycznych. Może być zastosowany do prezentowania wzorcowego wykonywania działań przez wszystkie dysponowane siły.
 4. W ćwiczeniach sprawdzających (kontrolnych). Może być zastosowany do oceny podjętych decyzji, pracy całego dowództwa i sztabu oraz poszczególnych sekcji, zarówno podczas planowania działań ofensywnych, defensywnych, jak i rozwiązywania problemów logistycznych. Ponadto może pracować jako urządzenie do prowadzenia aktualnej sytuacji, dokumentowania poszczególnych etapów i decyzji.
2. In command-staff exercises, tactical and war games and tactical level exercises [4]. It can be used to work out and evaluate variants of operations carried out by AAD forces and plan logistical support. In addition, it can be used in exercises instead of traditional paper maps. Recording the current tactical background and its history after each stage of an operation allows for documenting and analyzing it again.
 3. In methodology and instruction focused exercises it can be used to present a model performance of actions carried out by all available forces.
 4. In inspection exercises; It can be used to evaluate the decisions made, performance of the whole command and staff as well as particular sections, in the course of planning offensive and defensive operations, and to solve logistic problems. In addition, it can work as a tool for carrying the current operation, documenting the particular stages and decisions.

SUMMARY

In many armed forces computer systems used in support of exercises are based on simulation models which map processes of the exchange of fire by the two sides and also internal processes: command, combat support and logistic support, and in addition battlefield dynamic processes in a real, for a given service, operational environment in the function of time and space (in western armed forces

PODSUMOWANIE

W wielu armiach podstawą funkcjonowania komputerowych systemów wspomaganie ćwiczeń są modele symulacyjne odwzorowujące procesy wzajemnego oddziaływania ogniowego i procesy wewnętrzne: dowodzenia,

wsparcia oraz zabezpieczenia bojowego i logistycznego, a ponadto procesy dynamiki pola walki w realnym środowisku funkcjonowania danego rodzaju sił zbrojnych w funkcji czasu i przestrzeni (ćwiczenia z użyciem komputerowej symulacji działań w armiach zachodnich nazywane są Synthetic Exercise — SYNEX). Nie ulega wątpliwości, że rozwiązywanie wyspecyfikowanych problemów dowodzenia w OPL powinno się odbywać przy wsparciu symulatorów. Jest to również uzasadnione z metodycznego punktu widzenia, ponieważ wszystkie zastosowania symulatora do wspomagania problemów planowania działań w OPL mogą być podobnie realizowane podczas wspomagania problemów planowania działań na różnych stanowiskach dowodzenia, od dywizjonu przeciwlotniczego do brygady rakietowej włącznie.

Łatwość aktualizacji sytuacji i wysoka jakość zobrazowania mają także duże znaczenie dla komfortu planowania, który sprzyja osiągnięciu wyższego poziomu decyzyjnego. Jest to szczególnie ważne w odniesieniu do dowódców pułków przeciwlotniczych i dywizjonów, którzy są kreatorami zwycięstw lub porażek w walce z przeciwnikiem powietrznym, mają wykonać zadania z określonym poziomem skuteczności i zachować pożądaną żywotność podległych sił i środków.

Modele symulacyjne generują zdarzenia i odzwierciedlają skutki podejmowanych decyzji. Ćwiczący muszą reagować na rozwój sytuacji, a każdy błąd przynosi wymierne negatywne efekty. System w sposób obiektywny i bezstronny

computer-supported exercises are referred to as Synthetic Exercise — SYNEX). There is no doubt that simulators should be used to solve the listed problems relating the AAD command. This is also justified from the methodology point of view as all the tasks carried out by a simulator to support planning of operations by the AAD can also be carried out to support planning of operations at various echelons of command, from an AAD squadron to a missile brigade level inclusive.

The fact that it is easy to update a situation, and the display is of high quality — (factors which are significant for planning comfort) it is possible to obtain a higher quality level of decision making. This is especially important for commanders of AAD regiment and squadrons, who are creators of victories or failures in the fight against an air opponent, as they are expected to carry out missions at a specific effectiveness level and maintain necessary combat potential of forces and equipment under their command.

Simulation models generate events and map results of decisions made. Trainees have to respond to changes in situations, and each error causes measurable negative effects. The system, in an objective and impartial manner, presents the results of combat, regardless of an evaluator's personal attitude. The use of computer systems in support of a didactic process as a new method of supporting the education and training of command personnel is especially justified

przedstawia wynik walki, niezależnie od przychylności czy sympatii oceniającego. Wykorzystanie systemów komputerowego wspomaganie procesu dydaktycznego jako nowej metody wspomagającej kształcenie i doskonalenie kadr dowódczych jest szczególnie zasadne dla tych form dydaktycznych, w których eksponowany jest aspekt praktyczny.

Niewątpliwie ćwiczenia wspomagane komputerowo pozwalają w maksymalnym stopniu kreować wyobraźnię operacyjno-taktyczną ćwiczących oraz weryfikować ich interdyscyplinarną wiedzę i umiejętności.

in relation to the didactic forms which emphasize the practical aspect.

Undoubtedly, computer supported exercises help, develop the imagination of trainees relating to operational and tactical art and verify their interdisciplinary knowledge and skills to a very high level.

BIBLIOGRAFIA / REFERENCES

- [1] Barczak A., *Komputerowa gra wojenna ogólnowojskowego związku taktycznego*, 'Zeszyty Naukowe' ASG, 1984, No 7 [*Computer war game of a tactical level unit* — available in the Polish].
- [2] Kaczmarek J. z zespołem, *Metodyka wojskowych badań naukowych*, cz. II, *Metody sformalizowane*, AON, Warszawa 1990 [*The methodology used in defense scientific research*, part 2 — available in the Polish].
- [3] Kołodziński E., *Badanie skuteczności działania systemu obrony powietrznej metodą symulacji cyfrowej*, 'Myśl Wojskowa', 1981, No 7 [*Testing the effectiveness of air defense system using digital simulation* — available in the Polish].
- [4] Krzemiński W., *Symulator operacyjno-taktyczny działań powietrznych*, 'Journal of KONBiN', 2011, No 3 [*Investigating antiair system performance effectiveness with digital simulation* — available in the Polish].
- [5] Kuriata R., Radomyski A., Miodek S., *Dowodzenie w obronie powietrznej*, cz. I, *Teoria i praktyka*, AON, Warszawa 2003 [*Command and control in air defense*, part 1, *Theory and Practice* — available in the Polish].
- [6] Makowski P., *Metodyka zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych w dowodzeniu*, AON, Warszawa 2004 [*Procedures for using air actions operational-tactical level simulator in command* — available in the Polish].
- [7] Marszałek M., Radomyski A., *Metodyka pracy osób funkcyjnych na stanowisku dowodzenia brygady raketowej sił powietrznej*, AON, Warszawa 2004 [*Work procedures relating to function personel at an airforce missile brigade* — available in the Polish].
- [8] Marud W., Glen A., Nowak J., *Informacyjne i teleinformatyczne systemy wspomaganie dowodzenia siłami powietrznymi*, AON, Warszawa 2007 [*IT and Tele-IT command support systems for air forces* — available in the Polish].
- [9] *Organizacja szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP*, SG DD/7.1, sygn. 802/2004, Warszawa 2004 [*The training of commands and staffs system in the Polish Armed Forces* — available in the Polish].
- [10] Pelc M., *Wybrane problemy metodologiczne wojskowych badań naukowych*, AON, Warszawa 1998, pp. 11–15 [*Selected methodology issues concerning scientific research* — available in the Polish].

- [11] Radomyski A., *Automatyzacja dowodzenia w wojskach obrony przeciwlotniczej. Stan obecny i perspektywy rozwoju*, AON, Warszawa 2008 [*Command automation in AAD force* — available in the Polish].
- [12] Radomyski A., Dobija K., *Podręcznik przeciwlotnika*, AON, Warszawa 2010 [*AAD personnel guide* — available in the Polish].
- [13] Radomyski A., *Usprawnienia informacyjne w procesie dowodzenia obroną przeciwlotniczą*, [w:] *Wsparcie informacyjne obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2003 [*IT related improvements in the process of command and control of air defense*, [in:] *IT support for air defense* — available in the Polish].
- [14] Sienkiewicz P., *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984 [*Using a computer to command* — available in the Polish].
- [15] Sienkiewicz P., *Wystarczalność obronna*, Warszawa 1996 [*Defense sustainability* — available in the Polish].
- [16] *Zasady organizacji szkolenia dowództw i sztabów w Siłach Zbrojnych RP*, SG DD/7.1.1, Warszawa 2004 [*The principles of organizing training for commands and staffs in the Polish Armed Forces* — available in the Polish].
- [17] Zdrodowski B., Krzemiński W., *Symulacyjne modele działań powietrznych w dydaktyce*, AON, Warszawa 2004 [*Simulation models of air operations in NDA didactics* — available in the Polish].
- [18] Zdrodowski B., Glen A., Makowski P., *Możliwości i ograniczenia w zastosowaniu symulacyjnych modeli działań powietrznych*, AON, Warszawa 2004 [*Possibilities and limitations of using air operations simulation models* — available in the Polish].
- [19] Zdrodowski B., Glen A., *Metodyka zastosowania symulatora operacyjno-taktycznego działań sił powietrznych w badaniach naukowych*, AON, Warszawa 2004 [*Procedures for using the air operations operational-tactical level simulator in scientific research* — available in the Polish].
- [20] Zdrodowski B., Glen A., Zych J., *Projekt logicznego modelu symulatora operacyjno-taktycznego działań powietrznych*, AON, Warszawa 2003 [*A proposal of a logical model simulator for operational-tactical level air operations* — available in the Polish].