

Anna STELMACH¹

PARAMETRY SYSTEMU OBSŁUGI RUCHU LOTNICZEGO W REJONIE LOTNISKA

Streszczenie. Ocena procesu obsługi ruchu lotniczego w rejonie lotniska w warunkach uwzględniających zakłócenia wymaga budowy odpowiedniego modelu ruchu. Dla osiągnięcia tego celu konieczna była pełna analiza ruchu w tym sektorze. Przeprowadzono analizę struktur czynnościowych operacji samolotu w rejonie lotniska i na jego płycie wraz z identyfikacją zakłóceń oraz ich wpływu na straty czasu i bezpieczeństwo w procesie ruchu.

PARAMETERS OF AIR TRAFFIC SERVICE SYSTEM IN AIRPORT AREA

Summary. The process of air traffic service in terminal area can be evaluated with use of special air traffic models. Those models need to take perturbations under consideration. Complete analysis of air traffic in terminal area was necessary. Analysis of service process and identification of perturbations types, safety in air flow and service were also carried out.

1. WPROWADZENIE

Obsługa pasażerów i samolotów stanowi istotny składnik procesu transportowego w komunikacji lotniczej. Zagadnienie właściwej organizacji procesu obsługi nabiera szczególnej wagi w dążeniu do skrócenia czasu podróży bardzo charakterystycznego dla współczesnego transportu. Procedury odpraw i obsługi oraz organizacja dworca lotniczego podlegają ciągłej ewolucji w celu minimalizacji strat czasu wszystkich uczestników procesu przewozowego. Dla poprawnego zidentyfikowania procesu obsługi ruchu lotniczego konieczne jest omówienie jego charakterystyk oraz czynników zakłócających przebieg na podstawie analizy poszczególnych operacji przy wykorzystaniu odpowiednio skonstruowanego modelu ruchu lotniczego. Na model ruchu lotniczego składają się: faza lądowania, faza obsługi naziemnej, faza startu.

Przez pojęcie zakłócenia rozumiane jest zdarzenie mające wpływ na zmianę założonych parametrów lotu. Przyjęto podział zakłóceń na: atmosferyczne, losowe i ruchowe.

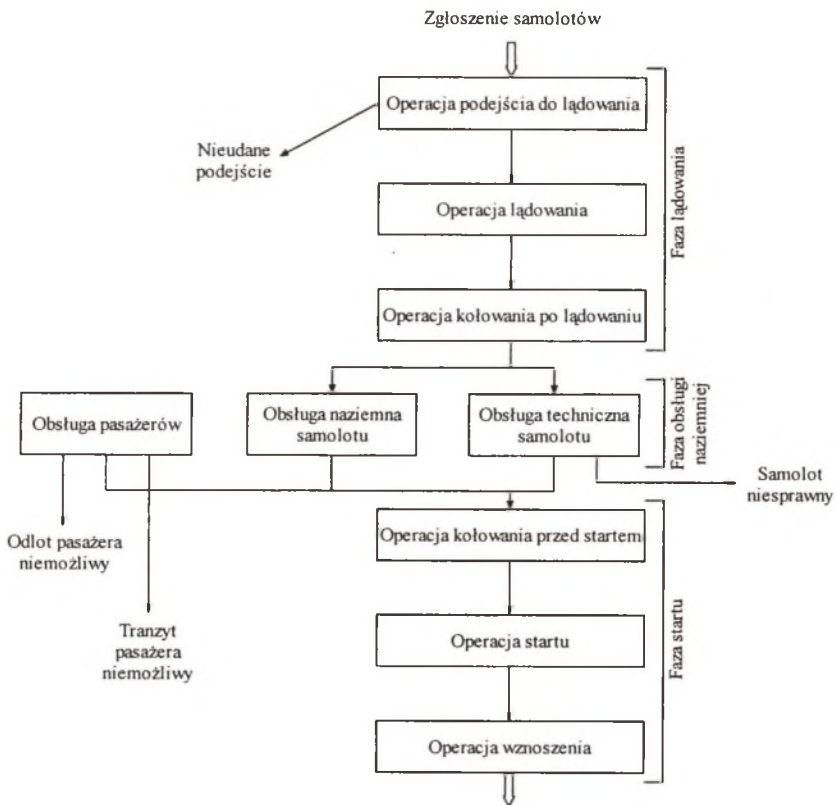
¹ Wydział Transportu, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, tel. (+48 22) 6607339, e-mail: ast@it.pw.edu.pl

2. MODEL RUCHU LOTNICZEGO W REJONIE LOTNISKA

Obszarem badań jest zarówno strefa, jak i rejon kontrolowany lotniska. Ruch samolotów realizowany jest w przestrzeni powietrznej z odpowiednimi pomocami nawigacyjnymi (odpowiednio zorganizowane lotnicze drogi dolotowe, odlotowe, rejony oczekiwania i in.) oraz na wydzielonej części powierzchni ziemi (wraz z przynależnymi do niej obiektami i urządzeniami) przeznaczanej w całości lub części do przylotów, odlotów i manewrowania samolotów (drogi startowe, drogi kołowania, płyty postojowe, peronowe, techniczne i in.). Ruch pasażerów realizowany jest w szeroko rozumianym „porcie lotniczym”. Port lotniczy składa się z dwóch obszarów:

- związanego z obsługą samolotów,
- związanego z obsługą pasażerów.

Zarówno w obszarze pierwszym, jak i drugim pomiędzy uczestnikami ruchu występują zakłócenia. Wynikają one z niemożności obsłużenia ich w chwili przybycia, a głównym celem portu lotniczego jest bezpieczne, szybkie i tanie obsłużenie obu tych strumieni.



Rys. 1. Ogólny schemat następstwa zdarzeń modelu

Fig. 1. General scheme of events sequence in the model

W modelu istnieje F faz obsługi, odpowiadających poszczególnym podsystemom rejonu lotniska. Fazy te wyodrębnione są na podstawie analizy czynności wykonywanych przez samoloty, charakterystyki układu komunikacyjnego, stosowanych metod sterowania, organów kontroli odpowiedzialnych za ruch w każdym z podsystemów itp. W przypadku typowego lotniska liczba faz wynosi 7.

- Faza 1 – odpowiada procesowi przelotu samolotu od bramy wlotowej do TMA i operacji podejścia do lądowania.
- Faza 2 – jest to proces lądowania na jednej z dróg startowych.
- Faza 3 – odpowiada procesowi kołowania samolotu do odpowiedniego stanowiska postojowego na płycie przeddworcowej.
- Faza 4 – jest utożsamiana z procesem obsługi naziemnej samolotu, pod którą kryją się: obsługa techniczna samolotu, obsługa pasażerów przylatujących, rozładunek bagażu i poczty, tankowanie paliwa, obsługa pasażerów odlatujących, załadunek bagażu itp.
- Faza 5 – jest to proces kołowania samolotu do progu odpowiedniej drogi startowej.
- Faza 6 – odpowiada procesowi startu.
- Faza 7 – jest to proces wznoszenia.

Dla każdej z faz można zdefiniować czas trwania obsługi. Jest to czas niezbędny do zrealizowania przez system wszystkich wymagań pojedynczego rejsu. W przypadku lotniska czas obsługi w poszczególnych fazach jest różny, zarówno jeśli chodzi o długość jego trwania, jak i typ rozkładu. Ze względu na niejednorodność strumienia zgłoszeń oraz modyfikacje, jakim on podlega w kolejnych fazach, identyfikacja typu rozkładu i jego parametrów jest utrudniona.

3. ANALIZA CZASU TRWANIA OBSŁUGI ORAZ ZAKŁÓCEŃ W RUCHU LOTNICZYM W REJONIE LOTNISKA

Cały ruch lotniczy jest planowany. Wszystkie statki powietrzne mają określone godziny odblokowania, założone przez swoich przewoźników. W przypadku lotniska Warszawa Okęcie cała planowana sytuacja ruchowa jest na bieżąco podawana siecią AFTN do organu kontroli lotniska. Natomiast pasażerowie mogą się o niej dowiedzieć z opublikowanych rozkładów lotu. Niestety, powszechnym zjawiskiem w ruchu lotniczym są zakłócenia, które w dużym stopniu wpływają na czas i bezpieczeństwo obsługi, powstają w wielu miejscach i są spowodowane różnymi przyczynami.

Zakłócenie rozumiane jest jako zdarzenie mające wpływ na zmianę założonych parametrów lotu. Na wstępie zakłócenia możemy podzielić na powstające podczas: a) przelotu, b) postoju.

a) *Przełot samolotu* (faza lądowania i faza startu). Do tej grupy zaliczymy zakłócenia powstające z przyczyn tzw. "ruchowych", a także te, na które wpływ mają czynniki zewnętrzne, tj. zjawiska pogodowe (zakłócenia atmosferyczne) i inne zakłócenia mające charakter losowy. Zakłócenia należące do tej grupy powstają, gdy samolot znajduje się pod kontrolą służb ruchu lotniczego. Ma to miejsce od nawiązania przez załogę statku powietrznego łączności z kontrolerem lotniska, do momentu wyłączenia radia (po zezwoleniu na to kontrolera lotniska).

Przyczyny zakłóceń ruchowych to zwiększenie wielkości ruchu przylatującego i odlatującego, wzrost ilości startów i lądowań, ustawianie kolejki do startu i lądowania, wektorowanie w celu zapewnienia separacji, przejście samolotu na drugi krąg.

Przyczyny zakłóceń atmosferycznych to silne i gwałtowne burze z wyładowaniami atmosferycznymi, chmury Cb, kierunek i siła wiatru (pilot może w zależności od wiatru poprosić o inny kierunek startu), w porze zimowej lód i śnieg zalegający na pasach.

Przyczyny zakłóceń losowych powstają podczas utrzymywania łączności z kontrolerem lotniska w wyniku zajętości kanału i powstawania kolejki załóg czekających na zgodę ATC, oraz nieprzestrzegania przez pilotów przepisów ruchu, lub podczas sprawowania kontroli nad samolotem przez kontrolera lotniska Ground i TWR, zamknięcie jednego z pasów startowych - jeden pas w użyciu, pojawienie się ptaków na pasie, zmiana metody kontroli z radarowej na proceduralną - spowodowane najczęściej awarią systemu radarowego.

b) *Postój samolotu na lotnisku.* Do tej grupy należą zakłócenia, które powstają podczas szeroko pojętej obsługi naziemnej samolotu. Bardzo ważną grupę zakłóceń w tej kategorii będą stanowić zakłócenia, które powstały w wyniku rotacji maszyn lub załóg oraz związane z obsługą pasażerską (z czasem jej trwania). W bardzo dużym stopniu jest to uzależnione od liczby pasażerów lecących danym rejsiem i od liczby personelu obsługi naziemnej przydzielonego do obsługi tego rejsu. Z tego względu rejsy bardziej oblegane przez pasażerów, np. wakacyjne czartery, są bardziej narażone na zakłócenia niż zwykle regularne połączenia krajowe. Wielkość tych zakłóceń jest zmienna i zależy od pory roku (zimą czas pobytu samolotu na lotnisku wydłuża się ze względu na dodatkowe operacje, takie jak odśnieżanie dróg startowych oraz odladzanie) i od pory dnia (godziny szczytu - okresy największego ruchu). Dla tej fazy zidentyfikowano zakłócenia losowe.

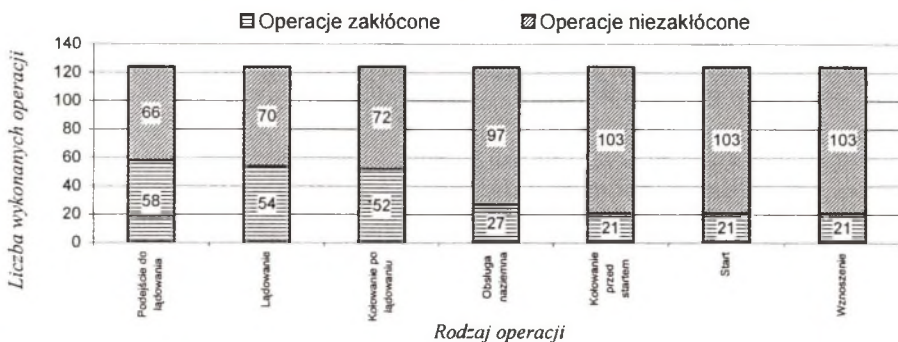
Przyczyny zakłóceń losowych:

- pasażerowie i bagaż (przyjęcie spóźnionych pasażerów po zamknięciu odprawy; opóźniona odprawa - spiętrzenie odpraw, brak stanowisk, błędy w odprawie pasażerów i bagażu, błędy rezerwacji – overbooking, obsługa pasażerów - poszukiwanie odprawionych pasażerów, catering - późne lub błędne zamówienie, obsługa bagażu - przedłużone sortowanie, sprzęt załadunkowy - brak lub uszkodzony, brak personelu obsługi, sprzątanie samolotu, tankowanie lub zlewanie paliwa - dostawca paliwa, obsługa techniczna - startowa - brak lub uszkodzenie sprzętu, brak mechaników obsługi naziemnej);
- przyczyny techniczne - samolot (usterka techniczna samolotu, opóźnione zdanie samolotu po planowanym przeglądzie technicznym, nieplanowany przegląd techniczny - wykonanie nieplanowanych dodatkowych przeglądów, części zapasowe i wyposażenie - uszkodzenie, oczekiwanie na części zamienne, na dokumentację, na ekipę techniczną, zamiana samolotu z przyczyn technicznych, zmiana konfiguracji wnętrza samolotu - przebudowa kabiny np. na pasażersko-towarową);
- uszkodzenie samolotu (zderzenie z ptakami, uderzenie pioruna, turbulencja, twarde lądowanie, kolizja na drogach do kołowania, uszkodzenie w czasie obsługi naziemnej - kolizja z pojazdami w czasie postoju, wypychania lub przeciągania, w czasie załadunku lub wyładunku);
- usterki systemów komputerowych (systemu odprawy pasażerów i wyważania samolotu, systemu obsługi cargo, systemu planowania lotów);
- przyczyny operacyjne lub załogowe (zmiana planu lotu - uzupełnienie, dodatkowe redagowanie, oczekiwanie na komputerowy plan lotu, brak lub uzupełnienie dokumentacji nawigacyjnej, wymogi operacyjne, np. dodatkowe paliwo lub jego zlewanie, załadunek lub rozładunek frachtu z przyczyn operacyjnych, późne zgłoszenie się załogi lotniczej do samolotu - z przyczyn innych niż rotacja lub wymiana załogi na dyżurną, brak załogi lotniczej - spowodowany chorobą, koniecznością pracy w godzinach nadliczbowych, brakiem ważności wiz itp., specjalne żądania załogi lotniczej nie wynikające z wymogów operacyjnych, specjalne żądania załogi pokładowej nie

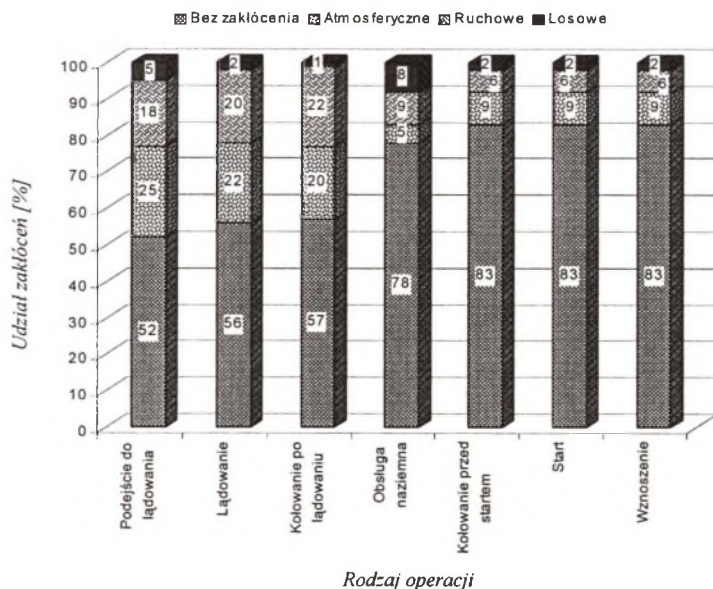
wynikające z wymogów operacyjnych, na żądanie dowódcy statku powietrznego dodatkowa kontrola bezpieczeństwa);

- zarządzenia władz lotniskowych (wprowadzenie koniecznych środków bezpieczeństwa, przedłużona kontrola graniczna, celna, sanitarna, przepustowość lotniska - brak stanowisk postojowych, wyjść do samolotu, oświetlenia, tłok na płycie postojowej, port lub pasy startowe zamknięte z powodu akcji strajkowej);
- przyczyny zakłóceń atmosferycznych (odladzanie lub odśnieżanie samolotu, usuwanie śniegu, lodu, piasku, wody na lotnisku, pogoda utrudniająca obsługę naziemną na lotnisku).

Średnią liczbę operacji lotniczych w podziale na operacje niezakłócone i zakłócone oraz omówione zakłócenia w okresie 01.01.2004 – 31.01.2004 przedstawiają rys. 2 i 3.



Rys. 2. Średnia liczba operacji lotniczych zakłóconych i niezakłóconych
 Fig. 2. Average number of operations in reference to perturbations



Rys. 3. Procentowy udział poszczególnych grup zakłóceń
 Fig. 3. The percentage of groups of perturbations

Wyniki analizy czasów obsługi w zależności od zakłóceń przedstawia następująca tablica 1.

Tablica 1

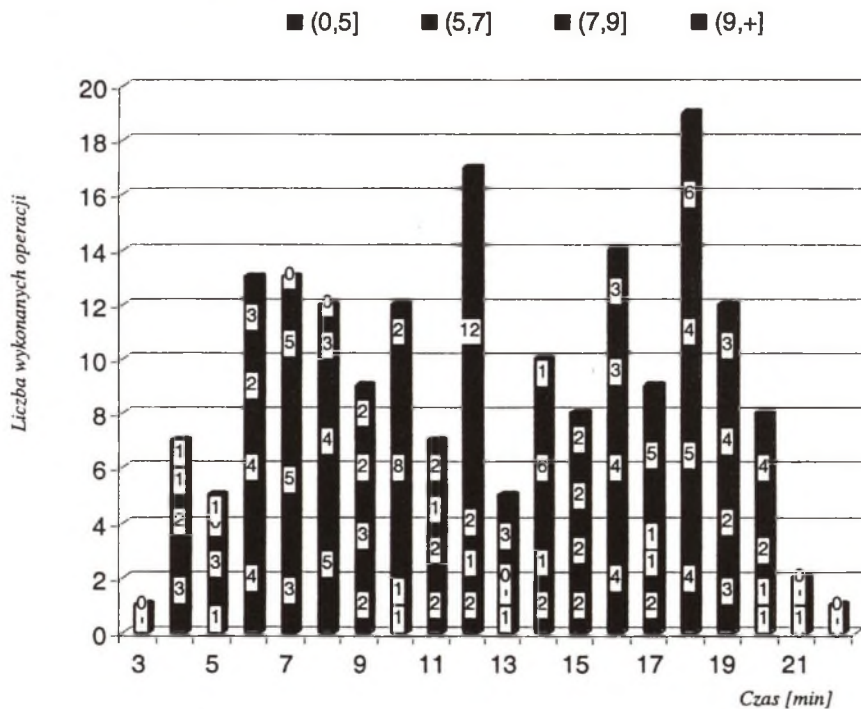
Czasy trwania operacji lotniczych w rejonie lotniska

Rodzaj obsługi	Średni czas wykonania obsługi bez zakłócenia [min]	Średni czas wykonania obsługi z zakłóceniem [min]
Operacja podejścia do lądowania	10	16
Operacja lądowania	2	3
Operacja kołowania po lądowaniu	8	12
Obsługa naziemna	50	95
Operacja kołowania przed startem	8	15
Operacja startu	3	5
Operacja wznoszenia	15	17

Źródło: opracowanie własne

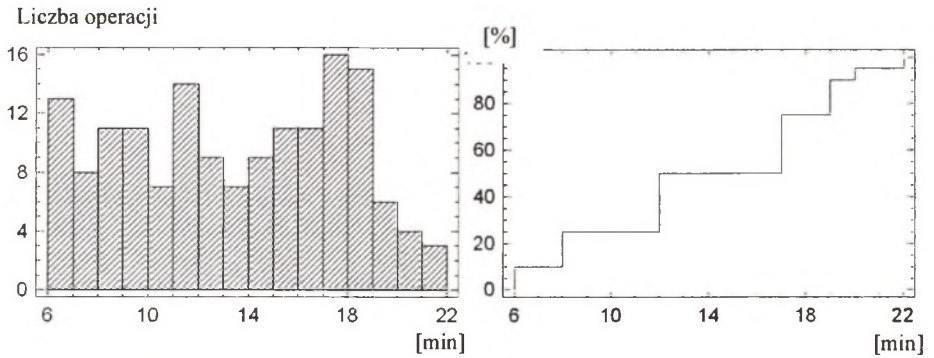
Konsekwencją zakłóceń są opóźnienia w realizacji operacji lotniczych, co bezpośrednio wiąże się wydłużeniem czasu obsługi samolotów w rejonie lotniska.

Rys. 4 przedstawia histogram zmian czasu obsługi w ciągu doby dla operacji podejścia do lądowania w tym samym okresie pomiarowym.



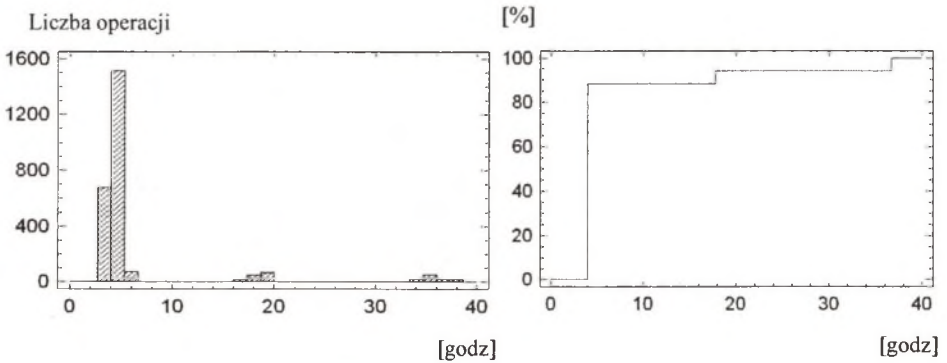
Rys. 4. Intensywność obsługi w realizacji operacji podejścia do lądowania

Fig. 4. The intensity of service in realization of landing operation approach



Histogram zgłoszeń samolotów w rejonie lotniska (31.01.2004)

Dystrybuanta zgłoszeń samolotów w rejonie lotniska (31.01.2004)



Histogram średniego czasu obsługi operacji podejścia do lądowania (01.01.2004 - 31.01.2004)

Dystrybuanta średniego czasu realizacji operacji podejścia do lądowania (01.01.2004 - 31.01.2004)

Rys. 5. Zestawienie histogramów dla fazy lądowania
Fig. 5. The composition of histograms for the landing phase

4. PODSUMOWANIE

Zarówno z badań odnoszących się do lotniska Warszawa Okęcie, jak i z innych danych literaturowych można wnioskować, że istniejąca wielkość ruchu lotniczego na większości lotnisk europejskich powoduje opóźnienia większe niż założone maksymalne wartości dopuszczalne. W wielu przypadkach możliwe jest rozwiązanie polegające na zmianie systemu organizacji ruchu lotniczego. Czasy obsługi wraz z zakłóceniami pociągają za sobą straty czasu wynikające z opóźnień w ruchu lotniczym. Konieczne staje się więc podejmowanie działań organizacyjno-technicznych zmierzających do eliminacji zakłóceń,

a tym samym redukcji strat czasu. Można to osiągnąć m. in. dzięki modernizacji struktury pasów startowych, dróg kołowania, systemu odpraw pasażerów itp., co pociąga za sobą konieczność poniesienia znacznych nakładów finansowych.

Literatura

1. Procedury Służb Żeglugi Powietrznej: Zarządzanie Ruchem Lotniczym PL-4444, Załącznik do zarządzenia nr 11 Prezesa ULC, Warszawa, 24 grudnia 2003.
2. Operacje statków powietrznych – procedury lotu (Doc-8168-OPS/611), Ministerstwo Komunikacji, Dyrekcja Generalna Lotnictwa Cywilnego, 1985.
3. Malarski M. i inni: Sterowanie rotacją w cyklu eksploatacyjnym samolotów z uwzględnieniem zagadnień niezawodnościowych, raport KBN nr 9 T12C 043 14, Warszawa 2001.
4. Skorupski J. i inni: Kompleksowy model symulacyjny bezpieczeństwa ruchu lotniczego w rejonie lotniska z uwzględnieniem charakterystyk zwrotności obiektów, raport KBN nr 9 T12C 080 15, Warszawa 2001.
5. Stelmach A., Malarski M.: Model procesu obsługi ruchu lotniczego w rejonie lotniska, Prace Naukowe – Transport 1(17), Radom 2003, s.579-584.
6. Szczegółowe przepisy ruchu lotniczego cywilnych statków powietrznych: Rozporządzenie Ministra Infrastruktury, Dziennik Ustaw Nr 44 Poz. 413,414 i 415 z dnia 8 marca 2004.

Abstract

Air traffic is a dynamic, big, complex hierarchical system. Traffic control processes have discrete nature. They are carried out by ATC services. The main problem they encounter are the aircrafts and passengers congestion in airspace and airport. This congestion is especially well visible in terminal areas. In this paper a model of air traffic process with perturbations is presented. These perturbations are causing losses of time (service delay times) of aircrafts in airport area. Some results of model analysis are also given. A method for determining compromise between aircraft safety and passengers service quality will be developed.