

Wprowadzenie do astronautyki

INŻYNIERSKI PUNKT WIDZENIA

Piotr Strzelczyk



monografia

słowa kluczowe:

astronautyka, astrodynamika, mechanika niebieska, rakiety, aerodynamika dużych prędkości
astronautics, astrodynamics, celestial mechanics, rockets, high-speed aerodynamics

© Copyright by Oficyna Wydawnicza
Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2020

ISBN 978-83-7934-389-8

369 stron

format B5

oprawa twarda

cena: 100,00 zł

Spis treści

PRZEDMOWA

Rozdział 1. RAKIETNICTWO I ASTRONAUTYKA W UJĘCIU HISTORYCZNYM

- 1.1. Kierunki rozwoju astronautyki
- 1.2. Załogowe misje kosmiczne
- 1.3. Praktyczne zastosowanie astronautyki
- 1.4. Historia raketnictwa i ojcowie astronautyki
- 1.5. Raketnictwo i astronautyka w Polsce
- 1.6. Europejskie programy kosmiczne
- 1.7. Programy kosmiczne w wybranych krajach
- 1.8. Prywatne inicjatywy kosmiczne

Literatura do rozdziału 1.

Rozdział 2. UKŁAD SŁONECZNY

- 2.1. Słońce
- 2.2. Planety
- 2.3. Księżycy planet
- 2.4. Planety karłowate
- 2.5. Komety i planetoidy
- 2.6. Granice układu słonecznego

Literatura do rozdziału 2.

Rozdział 3. ZIEMIA, JEJ NAJBLIŻSZE SĄSIEDZTWO I ATMOSFERY PLANETARNE

- 3.1. Atmosfera ziemska i jej modele matematyczne
- 3.2. Magnetosfera ziemska i pasy promieniowania korpuskularnego wokół Ziemi
- 3.3. Atmosfery innych planet

Literatura do rozdziału 3.

Rozdział 4. WPROWADZENIE DO MECHANIKI NIEBIESKIEJ

- 4.1. Układy współrzędnych
- 4.2. Krzywe stożkowe
- 4.3. Elementy orbitalne. Zapis TLE

- 4.4. Newtonowskie pole grawitacyjne
 - 4.5. Charakterystyki czasowe ruchu w polu grawitacyjnym
 - 4.6. Własności pola grawitacyjnego
 - 4.7. Zagadnienie trzech ciał
 - 4.8. Rezonanse i koorbitacja
 - 4.9. Manewry orbitalne
- Literatura do rozdziału 4.

Rozdział 5. LOTY MIĘDZYPLANETARNE

- 5.1. Heliocentryczne orbity transferowe
 - 5.2. Transfer bi-eliptyczny Sternfelda
 - 5.3. Przeloty między orbitami niekoplanarnymi
 - 5.4. Asysta grawitacyjna
 - 5.5. Orbity spiralne przy małym stałym ciągu
- Literatura do rozdziału 5.

Rozdział 6. NAPĘDY KOSMICZNE

- 6.1. Dysza silnika raketowego
 - 6.2. Napęd raketowy na chemiczne materiały pędne
 - 6.3. Silniki raketowe wspomagane powietrznie
 - 6.4. Silnik strumieniowy
 - 6.5. Jądrowe silniki raketowe
 - 6.6. Jonowe napędy kosmiczne
 - 6.7. Magnetohydrodynamiczne napędy raketowe
 - 6.8. Rakieta magnetoplazmowa o zmiennej wartości impulsu właściwego (VASIMR)
 - 6.9. Żagiel słoneczny
 - 6.10. Pętla magnetyczna (żagiel magnetyczny)
 - 6.11. Żagiel elektryczny
 - 6.12. Napęd anihilacyjny antymateryjny
- Literatura do rozdziału 6.

Rozdział 7. LOT RAKIETOWY

- 7.1. Ruch ciała o zmiennej masie
 - 7.2. Start z planety nieobrcającej się w ujęciu uproszczonym
 - 7.3. Stopniowanie rakiet w ujęciu elementarnym
 - 7.4. Optymalizacja stopniowania rakiety
 - 7.5. Realizowane praktycznie trajektorie startowe. Położenie kosmodromów na kuli Ziemskiej
 - 7.6. Ruch rakiety relatywistycznej
- Literatura do rozdziału 7.

Rozdział 8. ELEMENTY AERODYNAMIKI STATKÓW KOSMICZNYCH

- 8.1. Elementy aerodynamiki rakiety
 - 8.2. Opór aerodynamiczny rakiety
 - 8.3. Kształty czepców balistycznych rakiet
 - 8.4. Uwagi o przepływach hipersonicznych
- Literatura do rozdziału 8.

DODATKI

Dodatek A. WAŻNIEJSZE OZNACZENIA I SKRÓTY

Dodatek B. PLANETY I KSIĘŻYCE

Dodatek C. ATMOSFERA ZIEMSKA

Dodatek D. POLE GRAWITACYJNE

D.1. Wyprowadzenie prawa powszechnego ciężenia

D.2. Równoważność masy grawitacyjnej i bezwładnej. Eksperyment Eötvösa

D.3. Dywergencja pola grawitacyjnego. Wyprowadzanie prawa Newtona z twierdzenia Gaussa

Literatura do dodatków

STRESZCZENIE

SUMMARY

Streszczenie

Niniejsze dzieło stanowi próbę opisu najważniejszych problemów kosmonautyki, jej historii, a także ciekawszych niezrealizowanych projektów.

W rozdziale pierwszym omówiono zagadnienia rozwoju myśli technicznej, od pierwszych prób zastosowania techniki raketowej przez Chińczyków i Koreańczyków i Mongołów, ekspansję tych wynalazków na Europę i Państwa Arabskie, wraz z falą najazdów Mongolskich. Wspomniano o użyciu rakiet w późnym średniowieczu w Europie. Przedstawiono znaczące prace z techniki raketowej i kosmicznej, prowadzone na świecie aż do czasów współczesnych. Omówiono także szereg załogowych misji kosmicznych, tych zrealizowanych i zarzuconych. Osobny podrozdział poświęcono polskim pracom z dziedziny techniki raketowej i kosmicznej. Rozdział zamykają informacje dotyczące prywatnych projektów z zakresu kosmonautyki.

W rozdziale drugim przedstawiono „naturalne środowisko” astronautyki, czyli Układ Słoneczny. Omówiono wszystkie rodzaje obiektów US, ze szczególnym uwzględnieniem astronautycznych technik ich badania.

Rozdział trzeci poświęcono atmosferom planetarnym, ze szczególnym uwzględnieniem atmosfery ziemskiej. Omówiono modele atmosferyczne, opisujące zarówno dolne warstwy atmosfery, jak i jej najwyższe partie.

W rozdziale czwartym przybliżono zagadnienia związane z mechaniką niebieską, w ujęciu mechaniki newtonowskiej (wystarczającej w zagadnieniach astronautyki).

Rozdział piąty poświęcono zagadnieniom lotów międzyplanetarnych, z wykorzystaniem wiadomości przedstawionych w rozdziale czwartym. Omówiono manewry dwu- i wieloimpusowe oraz wykorzystanie asysty grawitacyjnej.

W rozdziale szóstym opisano napędy raketowe. Przedstawiono w skrócie jednowymiarowy model gazodynamiczny silnika raketowego. Omówiono różne układy napędów raketowych chemicznych, jądrowych i elektrycznych, jak również żagli świetlnych, magnetycznych i elektrycznych.

W rozdziale siódmym zajęto się dynamiką lotu raketowego, wychodząc od równania Mieszczerskiego dla układu o zmiennej masie, rozważono start rakiety z powierzchni planety, wpływ szerokości geograficznej na start rakiety z wirującej planety. Podano także wyprowadzenie równania ruchu rakiety relatywistycznej z porównaniem do ruchu rakiety klasycznej: wzory Ackereta i Ciołkowskiego.

W rozdziale ósmym przeanalizowano zagadnienia aerodynamiki zewnętrznej stosowane w technice raketowej i kosmicznej. Omówiono wpływy liczb Reynoldsa i Macha na charakterystyki aerodynamiczne rakiety. Uwzględniono także kryterium ciągłości przepływu. Opisano zagadnienia nagrzewania się aerodynamicznego, szczególnie istotnego podczas wejścia statku kosmicznego w atmosferę. Przedstawiono metody wyznaczania sił aerodynamicznych na ciałach poruszających się z prędkościami hipersonicznymi. Pokazano tzw. analogię Prandtla dla wymiany ciepła przy opływie ciał z dużymi prędkościami. Przedstawiono uproszczoną analizę procesu nagrzewania aerodynamicznego przy spadku swobodnym. Omówiono również możliwości wykorzystania metod bezpośredniej symulacji molekularnej w odniesieniu do ruchu w ośrodku rozrzedzonym.

O Autorze

Piotr Maria STRZELCZYK urodził się 21 listopada 1967 r. w Jaśle. Jest absolwentem IV LO im. Mikołaja Kopernika w Rzeszowie. W latach 1986-1991 pracował w WSK „PZL-Mielec”, realizując tzw. studia przemienne.

W 1992 roku ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Rzeszowskiej, kierunek mechanika, specjalność lotnictwo, budowa płatowców. W latach 1992-1997 pracował jako asystent w Zakładzie Samolotów, a w latach 1997-1998 w Zakładzie Mechaniki Płynów i Aero-dynamiki, Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej.

W 1997 roku obronił pracę doktorską na Wydziale Inżynierii mechanicznej i Robotyki Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. W latach 1998-2009 pracował jako adiunkt w ZMPiA WBMiL PRz. W 1998 roku odbył trzymiesięczny staż w Institute of Theoretical and Applied Physics, w Iowa State University. Habilitację uzyskał w 2009 roku na Wydziale Budowy Maszyn i Lotnictwa. Od 2009 roku jest profesorem uczelnianym Politechniki Rzeszowskiej.

W latach 2011-2012 był profesorem uczelnianym w Państwowej Wyższej Szkole Wschodnioeuropejskiej w Przemyślu. W latach 2012-2016 pełnił funkcję kierownika Katedry Termodynamiki i Mechaniki Płynów WBMiL PRz. Od 2017 roku jest zatrudniony na stanowisku profesora uczelnianego w Katedrze Mechaniki Płynów i Aerodynamiki WBMiL PRz. W latach 2015-2020 był członkiem Senatu Politechniki Rzeszowskiej.

Jest autorem i współautorem kilkudziesięciu prac naukowych, autorem trzech publikacji książkowych i współautorem jednej.

Promotor czterech prac doktorskich i recenzent pięciu prac realizowanych w Politechnice Rzeszowskiej, Politechnice Łódzkiej i Akademii Górniczo-Hutniczej. Promotor 25 prac inżynierskich i magisterskich.

Był autorem projektu tunelu aerodynamicznego do badania modelowego śmigieł i turbin wiatrowych, sfinansowanego z Fundacji Nauki Polskiej, i projektu wstępnego tunelu dla WAT. Autor zrealizowanych projektów śmigieł do samolotów bezpilotowych i motoszybowców