

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Вступний директор ІТМ НАНУ і

ДКАУ

з наукової роботи

Володимир ПОШИВАЛОВ

09 2023

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.4 Моделі та методи спеціальних розділів прикладної механіки
здобувачів освітньо-наукового рівня доктора філософії зі спеціальності 151 Автоматизація
та комп'ютерно-інтегровані технології

рівень освіти третій (освітньо-науковий)

галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування

спеціальність (ості), напрямок 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

освітня(-і) програма(-и) Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології в
ракетно-космічній техніці (назва)

факультет/центр Аспірантура ІТМ НАНУ-ДКАУ, Відділ 9

вид дисципліни вибіркова
(обов'язкова/вибіркова)

Робоча навчальна програма дисципліни «Моделі та методи спеціальних розділів
прикладної механіки» складена на основі освітньо-кваліфікаційної характеристики та
освітньо-професійної програми підготовки аспірантів фахового напрямку «151
Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Розробник: Пироженко Олександр Володимирович, доктор фіз.-мат.наук, старший
науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу системного аналізу та
проблем керування (відділ 9).

*Робоча навчальна програма розглянута:
на семінарі відділу 9: протокол № 4 від 06. 09. 2023*

Завідувач відділу  Алтатов А.П.

2023

1. Мета дисципліни.

Формування у аспірантів уявлення про способи вирішення прикладних задач механіки, творчих підходах математичного та фізичного моделювання.

Завдання вивчення дисципліни.

Сформувати у аспірантів творчий науковий підхід до вирішення прикладних задач. Ознайомити з основними моделями і методами вирішення прикладних задач механіки.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни (за наявності).

Для успішного засвоєння основних положень курсу достатньо загальних базових знань з загальноосвітніх та інженерних дисциплін: вищої математики, фізики, теоретичної механіки.

3. Результати навчання за дисципліною та їх співвідношення із програмними результатами навчання.

Програмні результати навчання:

Знання фізичних процесів динаміки, аеродинаміки, керування рухом літальних апаратів. Вміння проводити дослідження фізичних процесів прикладної механіки на високому науковому рівні.

Розподіл навчальних годин

Форма навчання	Денна
Курс	1
Усього за навчальним планом, (годин)	150
Аудиторні заняття, годин:	54
- лекції	36
- лабораторні	
- практичні (семінарські)	18
Самостійна робота, годин:	96
- підготовка до лекції	36
- підготовка до лабораторних робіт	
- підготовка до практичних занять	18
- підготовка до домашніх завдань	
- опрацювання тем, які не викладаються на лекціях	20
- підготовка до комплексної контрольної роботи (іспит)	22
Виконання індивідуальних завдань, годин:	
- рефератів, аналітичних оглядів, есе та ін.	

- розрахункових, графічних, розрахунково-графічних робіт	
- курсових робіт (проектів)	
Контрольні заходи, год:	4
- підсумковий контроль	Іспит

4. Структура навчальної дисципліни.

2 семестр

Форма навчання денна

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин*				Примітки**			
		лекції	семінарські/практичні вирішення необхідно	Лабораторні заняття	Самостійна робота	2019/20н.р.	2020/21 н.р.	2021/22 н.р.	2022/23 н.р.
2 семестр									
<i>Розділ 1. Загальні моделі механіки.</i>									
1	Тема 1. Закони Ньютона як метод моделювання.	2			2				
2	Тема 2. Кінематика матеріальної точки, твердого тіла, орбітального руху. Кути поворотів, кінцевий поворот, кватерніони. Творчі підходи до опису кінематики.	2	2		2				
3	Тема 3. Метод оскулюючих елементів в задачах динаміки космічних систем. Методика виведення рівнянь збуреного руху системи, що містить пружно приєднану масу. Схеми побудови нових форм збуреного кеплерового руху. Метод осереднення.	4	4						
<i>Розділ 2. Моделі та методи спеціальних розділів прикладної механіки.</i>									
4	Тема 4. Динаміка космічних тросових систем, стабілізованих обертанням.	4			2				

	Визначення основних закономірностей руху в обмеженій постановці задачі на основі рівнянь першого наближення.								
5	Тема 5. Поступально-обертальний рух тросової системи та управління ним зміною довжини нитки.				6				
6	Тема 6. Визначення впливу дисипації енергії в матеріалі нитки на еволюцію ротаційного руху космічних тросових систем.	4	6						
7	Тема 7. Хаотичні режими руху в динаміці космічних тросових систем.	6	2						
8	Тема 8. Імовірнісний опис нестійких рухів механічних систем.	4	2						
9	Тема 9. Динаміка гравітаційно стабілізованих супутників відносно центру мас. Основні закономірності руху.				6				
10	Тема 10. Аеродинамічні впливи на супутник. Основні положення.	2			2				
11	Тема 11. Вплив аеродинамічних сил на орієнтацію супутника з гравітаційною системою стабілізації.	4	2						
12	Тема 12. Рівняння поступально-обертального руху супутника на майже кругових орбітах. Відносний рух супутників.	4							
	Підготовка до лекцій				36				
	Підготовка до практичних занять				18				

	Підготовка до екзамену				22				
	ВСЬОГО	36	18		96				
		180							

5. Схема формування оцінки.

5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно	Зараховано	90-100
Добре		82-89
Задовільно		75-81
		64-74
		60-63
Незадовільно	Не зараховано	0-59

5.2 Форми та організація оцінювання:

5.3 Поточне оцінювання:

пропонується такий перелік форм оцінювання, який може бути доповнено (скорочено)

<i>Форма оцінювання</i>	<i>Терміни оцінювання (тиждень)</i>	<i>Максимальна кількість балів</i>
<i>Контрольне тестування за темами</i>	<i>(2-16)</i>	<i>20</i>
<i>Оцінювання рівня виконання завдань для самостійної роботи</i>	<i>(14-17)</i>	<i>20</i>
<i>Іспит (залік)</i>	<i>семестр</i>	<i>60</i>
Максимальна кількість балів за поточне оцінювання 100		

Примітка: сумарна максимальна кількість балів: 40 балів у разі наявності лише лекційних занять з навчальної дисципліни, 60 балів у іншому випадку (у разі екзамену); 100 балів за семестр (у разі диференційованого заліку, заліку).

6. Рекомендована література:

Основна:

1. Vallado D. A. Fundamentals of astrodynamics and applications 4th Ed. / D. A. Vallado. – Space Technology Library, 2013. – 1108 p.

2. Montenbruck O., Gill E. SatelliteOrbits: Models, Methods, andApplications. – 2000. – 369 р.
3. Павловський М.А. Теоретична механіка. Київ, 2002
4. Лурье А. И. Аналитическаямеханика / А. И. Лурье. – М. : Физматгиз, 1961. – 824 с.
5. Белецкий В.В. Движениеискусственного спутника относительно центра масс. — М.: Наука, 1965. — 416 с.
6. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. — М.: Изд-во МГУ, 1975. — 307 с.
7. Кильчевский Н. А. Курс теоретической механики в 2-х т. / Н. А. Кильчевский. – М. : «Наука», 1972.
8. Рустамов С.И., Турбин В.И. Теоретическая механика. Киев, Виц.шк., 1992
9. Заславский Г.М., Сагдеев Р.З. Введение в нелинейнуюфизику: От маятника до турбулентности и хаоса. — М.: Наука, 1986. — 368 с.
10. Белецкий В.В., Левин Е.М. Динамика космических тросовых систем. — М.: Наука, 1990. — 329 с.
11. Виттенбург Й. Динамика систем твердых тел. — М.: Мир, 1980. —289 с.
12. Ротационноедвижениекосмическихтросовых систем / А. П. Алпатов, В. В. Белецкий, В. И. Драновский, А. Е. Закржевский, А. В. Пироженко, Г. Трогер, В. С. Хорошилов; НАН Украины. Нац. косм. агентство Украины. Ин-т техн. механики. - Д.; Вена; К.; М., 2001. - 404 с. - Библиогр.: 143 назв.
13. Математические методы классической механики / В. И. Арнольд, В. В. Козлов, А. И. Нейштадт. – М. : Наука, 1989. – 472 с.
14. Crownover R. M. Introduction To Fractals And Chaos. Jones&BartlettPub, 1995. – 306 р.
15. Пуанкаре А. О науке : пер. с франц / А. Пуанкаре. – М. : Наука. Главная редакція физ.-мат. літератури, 1983 – 560 с.
16. Сарычев В. А. Вопросы ориентации искусственных спутников / В. А. Сарычев // Итоги науки и техники : исследование космического пространства. – М. : ВИНТИ, 1978. – 223 с.
17. Ковтуненко В. М. Аэродинамика орбитальных космических аппаратов / В. М. Ковтуненко, В. Ф. Камеко, Э. П. Яскевич. – Киев : Наукова думка, 1977. – 156 с.

Додаткова:

1. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике / Под ред. Г.Н. Дубошина. — М.: Наука, 1976. — 864 с.
2. Белецкий В.В., Яншин А.М. Влияние аэродинамических сил на вращательное движение искусственных спутников. — Киев: Наукова Думка, 1984. — 187 с.
3. Парс Л. Аналитическая динамика. — М.: Наука, 1971. — 635 с.
4. Пуанкаре А. Избранные труды. Т.1. — М.: Наука, 1971. — 771 с.
5. Гребенников Е.А. Метод усреднения в прикладных задачах. – М.: Наука, 1986. – 255 с.
6. Бранец В. Н. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела / В. Н. Бранец, И. П. Шмыглевский. – М. : Наука, 1973. – 319 с.
7. Лихтенберг А., Либерман М. Регулярная и стохастическая динамика. – М.: Мир, 1984. – 528 с.
8. Челомей В.Н. Избранные труды. – М.: Машиностроение, 1989. – 336 с.
9. Нейштадт А. И. Вероятностные явления в возмущенных динамических системах [Эл. ресурс] – Режим доступа : <http://www.iki.rssi.ru/seminar/200001/abstract.htm>.

10. Харламов П. В. Очерки об основаних механики / П. В. Харламов. – Киев : Наук. думка, 1995. – 407 с.
11. Аксенов Е. П. Теория движения искусственных спутников Земли / Е. П. Аксенов. – М. : Наука, 1977. – 360 с.
12. Коган Н. М. Динамика разреженного газа / Н. М. Коган. – М. : Наука, 1967. – 440 с.
13. Иванов Н. М. Баллистика и навигация космических аппаратов / Н. М. Иванов, Л.Н. Лысенко. – М. : «Дрофа», 2004. – 544 с.
14. Beutler G. Methods of celestial mechanics V.II: Application to Planetary System, Geodynamics and Satellite Geodesy / G. Beutler. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. – 468 p.
15. Управление и навигация искусственных спутников Земли на околокруговых орбитах / М. Ф. Решетнев и др. – М. : Машиностроение, 1988. – 336 с.
16. Раушенбах Б. В. Управление ориентацией космических аппаратов / Б. В. Раушенбах, Е. Н. Токарь. – М. : Наука, 1974. – 598 с.

7. Інформаційні ресурси

1. Бібліотека ІТМ НАНУ і ДКАУ;
2. Бібліотека ДНУ;
3. Електронні посібники;
4. Інтернет-ресурси.

8. Перелік питань з навчальної дисципліни

«Моделі та методи спеціальних розділів прикладної механіки»

1. Основні поняття механіки (сила і системи сил; момент сили; пара сил і її властивості; швидкість, прискорення, імпульс)
2. Закони механіки Галілея-Ньютона
3. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки
4. Механічна система і сили, що діють на її складові
5. Диференціальні рівняння руху механічної системи
6. Загальні теореми динаміки
7. Кінетична енергія і робота. Теореми про зміну кінетичної енергії
8. Закон збереження механічної енергії
9. Кінематика матеріальної точки
10. Кінематика твердого тіла
11. Кінематика орбітального руху
12. Кути поворотів
13. Кінцевий поворот
14. Кватерніони
15. Способи задання руху точки
16. Швидкість і прискорення точки
17. Складання рухів точки і твердого тіла. Складний рух точки
18. Визначення положення твердого тіла у просторі
19. Кінематичні рівняння в моделях динаміки супутника
20. Метод оскулюючих елементів в задачах динаміки космічних систем
21. Методика виведення рівнянь збуреного руху системи, що містить пружно приєднану масу
22. Схеми побудови нових форм збуреного кеплерового руху
23. Метод усереднення
24. Космічні тросові системи (КТС)
25. Основна математична модель динаміки КТС

26. Можливі режими руху КТС
 27. Проекти використання обертових космічних тросових систем
 28. Модель збуреного руху КТС
 29. Основні закономірності руху КТС в обмеженій постановці на основі рівнянь першого наближення
 30. Вплив повздовжніх коливань на рух КТС
 31. Вплив аеродинамічних сил на рух КТС
 32. Вплив дисипації енергії в матеріалі нитки на рух КТС
 33. Поступально-обертальний рух КТС
 34. Управління відносним рухом КТС
 35. Управління орбітальним рухом КТС
 36. Визначення впливу дисипації енергії в матеріалі нитки на еволюцію ротаційного руху КТС
 37. Побудова першого наближення для поздовжніх коливань КТС
 38. Аналіз руху КТС в обмеженій постановці задачі
 39. Хаотичні режими руху в динаміці КТС
 40. Попередній аналіз хаотичних режимів руху
 41. Аналітичні дослідження хаотичних режимів руху
 42. Побудова механічного образу явищ
 43. Побудова оцінок зміни енергії маятникових рухів
 44. Аналіз траєкторій в нелінійній динаміці
 45. Нелінійні резонанси
 46. Образ хаотичних рухів
 47. Імовірнісний опис нестійких рухів механічних систем
 48. Аналіз проблеми імовірнісного опису нестійких рухів механічних систем
 49. Поняття сепаратриси
 50. Залежність частоти випадання боку прямокутника від ступеня похибки задання початкових умов
 51. Традиційна модель аеродинамічного моменту для дослідження руху космічних апаратів (КА)
 52. Особливості моделювання аеродинамічних впливів в динаміці розріджених газів
 53. Аналіз і оцінки короткоперіодичних змін щільності атмосфери, що виникають при орбітальному русі КА
 54. Динаміка гравітаційно стабілізованих КА відносно центру мас
 55. Апроксимація моменту аеродинамічних сил, що діють на КА з гравітаційною системою стабілізації (ГСС)
 56. Дослідження закономірностей руху КА відносно центру мас у площині майже кругових орбіт з урахуванням аеродинамічного впливу
 57. Дослідження залежність кута зсуву, що виникає при дії аеродинамічного моменту на КА з ГСС, від параметрів супутника і орбіти його руху
 58. Рівняння малих коливань КА з ГСС
 59. Методика дослідження властивостей розв'язків рівнянь типу Хілла
 60. Просторові коливання осесиметричного КА відносно центру мас під дією гравітаційного і аеродинамічного моментів
 61. Рівняння поступально-обертального руху супутника на майже кругових орбітах
 62. Збурюючі прискорення
 63. Вплив другої зональної гармоніки на рух супутників
 64. Рівняння руху двох тіл на орбіті
- Відносний рух двох супутників в спільній площині