

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора ІТМ НАНУ і
ДКАУ з наукової роботи

Володимир ПОШИВАЛОВ
09 2023

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.8 Комп'ютерно-інтегровані технології в ракетно-космічній техніці

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

спеціалізація 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва)

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

факультет/центр Аспірантура ІТМ НАНУ і ДКАУ, відділ 9
(назва)

вид дисципліни вибіркова
(обов'язкова/вибіркова)

Робоча навчальна програма дисципліни «Комп'ютерно-інтегровані технології в ракетно-космічній техніці» складена на основі освітньо-кваліфікаційної характеристики та освітньо-професійної програми підготовки аспірантів фахового напрямку 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.

Розробник: Лапханов Ерік Олександрович, доктор філософії в галузі автоматизації і приладобудування, науковий співробітник відділу системного аналізу та проблем керування, лауреат Премії Верховної Ради України молодим вченим.

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

Завідувач відділу Анатолій АЛПАТОВ

2023

1. Мета дисципліни.

Формування у аспірантів компетентностей із математичного моделювання і розробки програмного забезпечення для комп'ютерної симуляції процесів в галузі ракетно-космічної техніки .

2. Завдання вивчення дисципліни.

Оволодіння знаннями, компетенціями і навичками в галузі розробки програмного забезпечення для моделювання процесів в галузі ракетно-космічної техніки відповідно до вимог Європейських і світових аерокосмічних компаній. Ознайомлення аспірантів з сучасними стандартами математичного моделювання і розробки програмного забезпечення відповідно до провідних світових аерокосмічних компаній.

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

Для успішного засвоєння основних положень курсу достатньо базових знань з загальноосвітніх та інженерних дисциплін: математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, диференційних рівнянь, чисельних методів та розрахунків на ЕОМ, механіки космічного польоту, загальних компетентностей програмування на будь із якій мов (C,C++,C#, Python, Matlab, Pascal), теорії керування

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

- ПР 1. Демонструвати впевнене володіння принципами та методологією математичного і комп'ютерного моделювання.
- ПР 2. Уміти розробляти програмне забезпечення для реалізації алгоритмів моделювання складних систем і процесів.
- ПР 3. Уміти оформляти науково-технічну документацію, кваліфіковано викладати результати досліджень у наукових публікаціях.
- ПР 4. Уміти використовувати сучасні інформаційні та комунікативні технології при спілкуванні, обміні інформацією, при її зборі, аналізі, обробці та інтерпретації.

Розподіл навчальних годин

Форма навчання	Денна
Курс	1
Усього за навчальним планом, (годин)	150
<i>Аудиторні заняття, годин:</i>	60
- лекції	50
- лабораторні	10
- практичні (семінарські)	
<i>Самостійна робота, годин:</i>	90

- підготовка до лекції	10
- підготовка до лабораторних робіт	30
- підготовка до практичних занять	
- підготовка до домашніх завдань	
- опрацювання тем, які не викладаються на лекціях	30
- підготовка до комплексної контрольної роботи (іспит)	20
Виконання індивідуальних завдань, годин:	
- рефератів, аналітичних оглядів, есе та ін.	
- розрахункових, графічних, розрахунково-графічних робіт	
- курсових робіт (проектів)	
Контрольні заходи, год:	5
- підсумковий контроль	Диференц. залік

5. Структура навчальної дисципліни.

3 семестр

Форма навчання _____ денна _____

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин				Примітки			
		лекції	семінарські/практичні вибрати необхідне	Лабораторні заняття	Самостійна робота				
3 семестр									
Розділ 1. Відомості із прикладної математики і механіки.									
1	Тема 1. Вектори, матриці. Векторні базиси. Особливості переходів між векторними базисами..	2			6				
2	Тема 2. Кватерніони і бікватерніони.	4			6				
3	Тема 3. Чисельне інтегрування і диференціювання.	2			6				
4	Тема 4. Диференційні	4			6				

	рівняння. Методи чисельного інтегрування диференціальних рівнянь.								
5	Тема 5. Інтерполяція, екстраполяція. Основні види інтерполяції.	4			6				
Розділ 2. Основні відомості про збурений рух супутника на навколоземних орбітах									
6	Тема 6. Системи координат та переходи між ними	2			6				
7	Тема 7. Особливості моделювання триступеневого збуреного орбітального руху.	6			6				
8	Тема 8. Збурений рух космічного апарата відносно центра мас.	4			6				
9	Тема 9. Повне моделювання руху космічного апарата. Особливості рішення шестиступеневої задачі.	4			6				
Розділ 3. Моделювання в середі SciLab									
10	Тема 10. Знайомство з середою SciLab. Функції, скриптові команди, методи рішень математичних задач.	4			6				
11	Тема 11. Особливості моделювання керованого руху космічного апарата в середі SciLab.	4		2	6				
12	Тема 12. Особливості розробки GUI додатків в середі SciLab.	2		2	6				
Розділ 4. Розробка програмного забезпечення на мовах C/C++, C#									
13	Тема 13. Вступ. Основні відомості про мови C/C++, C#. Знайомство з середою Visual Studio на OS Microsoft Windows.	2			6				

14	Тема 14. Особливості розробки C/C++, C# процедур, функцій, динамічних бібліотек для задач моделювання руху космічних об'єктів.	4		2	6				
15	Тема 15. Особливості розробки GUI додатків для моделювання руху космічних апаратів, об'єктів космічного сміття, тощо.	4		4	6				
	Підготовка до лекцій				30				
	Підготовка до лабораторних робіт				40				
	Підготовка до комплексної контрольної роботи				20				
	ВСЬОГО	50		10	90				
		150							

6. Схема формування оцінки.

5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Національна шкала	Оцінки для заліку	Бали	ECTS
Відмінно	Зараховано	90-100	A
Добре		82-89	B
Задовільно		75-81	C
		64-74	D
		60-63	E
Незадовільно	Не зараховано	0-59	F

5.2 Форми та організація оцінювання:

5.3 Поточне оцінювання:

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

Форма оцінювання	Терміни оцінювання (тиждень)	Максимальна кількість балів
Лабораторні роботи	(2-16)	50
Знання теоретичного блоку	(14-17)	30
Диференційований	семестр	20

залік		
Максимальна кількість балів за поточне оцінювання		
60		

7. Рекомендована література:

Основна:

1. Alpatov A.P., Khoroshylov S.V., Maslova A.I. Contactless de-orbiting of space debris by the ion beam. Dynamics and control. Kyiv: Akadempriodyka, 2019. 170 p.

2. Zheliabov P., Lapkhanov E. Development of the methodological approaches for the attitude control system of the earth remote sensing satellite in the conditions of the onboard equipment partial failures. EUREKA: Physics and Engineering. 2022. No. 5, P. 36 – 49. <http://doi.org/10.21303/2461-4262.2022.002020>

3. Голубек О. В., Филипенко І. М., Татаревський К. Е. Априорна оцінка точності виведення космічних апаратів сучасними ракетами-носіями з БІНС. – Дніпро: ЛІРА, 2020. – 187 с.

4. Curtis H. Orbital Mechanics for Engineering Students. Butterworth-Heinemann, 2019. 4th Edition . 692p. – ISBN 978-0-08-102133-0

5. Гордєєв В. М. Кватерніони та бікватерніони з додатками в геометрії та механіці. Київ: Видавництво "Сталь", 2016. 316 с. - ISBN 978-617-676-099-3

6. Alpatov A., Kravets Vic., Kravets Vol., Lapkhanov E. Representation of the kinematics of the natural trihedral of a spiral-helix trajectory by quaternion matrices. Transactions on Machine Learning and Artificial Intelligence. 2021. Vol. 9, No.4. P. 18–29. DOI: <https://doi.org/10.14738/tmlai.94.10523>

7. Fortescue P., Stark J., Swinerd G. Spacecraft systems engineering. Fourth edition. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2011. 724 p.

8. Lapkhanov, E., Paliy, O., Golubek, A. (2022). Determining the degree of effect of heat flows on the deformation of the shell of a space inflatable platform with a payload. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. No. 5, Vol. (1 (119)), P. 6–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266161>

9. Cohen H. Complex analysis with applications in science and engineering. Springer-Verlag US 2007, 2007. 477 p. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-73058-5>

10. Magnus R. Fundamental mathematical analysis. Springer Undergraduate Mathematics Series, 2020. 433 p.

DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-46321-2>

11. Scilab manual. [Електронний ресурс] : [PDF-документ] – Режим доступу: https://fossies.org/linux/misc/old/scilab_manual-5.3.0_en_US.pdf

12. Chandler G. and Roberts S. Scilab Tutorials for Computational Science [Електронний ресурс] : [PDF-документ] – Режим доступу: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/previero/calculo-numericoma64a-em41-em42/Scilab_Tutorials.pdf

13. Meyers S. Effective Modern C++. Published by O'Reilly Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472. 2015. 334 p.

14. Rainer G. Concurrency with Modern C++. Packt, 2019. 543 p.

15. Rainer G. C++20. Leanpub. 2022, 612 p.

16. Price M. J. C# 10 and .NET 6 – Modern Cross-Platform Development. Published by Packt Publishing Ltd. Livery Place 35 Livery Street Birmingham B3 2PB. 792 p. UK. ISBN 978-1-80107-736-1 2023.

17. Sarcar V. Simple and Efficient Programming with C#. Apress Berkeley, CA. 2021, 272 p. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-7322-7>

Додаткова:

1. C# Tutorial. [Електронний ресурс] : https://www.w3schools.com/cs/cs_examples.php
2. C# Tutorial. [Електронний ресурс] : <https://www.csharptutorial.net>
3. C++ Tutorial. Tutorials point [Електронний ресурс] : <https://www.tutorialspoint.com/cplusplus/index.htm>
4. При необхідності можна шукати відповіді на специфічні запитання на <https://stackoverflow.com>

Інформаційні ресурси

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

8. Перелік питань з навчальної дисципліни

«Комп'ютерно-інтегровані технології в ракетно-космічній техніці»

1. Вектори. Основні операції над векторами. Застосування векторів в задачах механіки
2. Матриці. Основні операції з матрицями. Застосування матриць для рішення систем лінійних алгебраїчних рівнянь (метод Крамера, метод Гаусса, метод оберненої матриці)
3. Розкладання вектору за базисом. Розрахунок матриць переходу між ортонормованими векторними базисами. Тригранник Френе-Серре (положення, швидкість і перехід до зв'язаної з центром мас системи координат).
4. Введення в кватерніону алгебру. Основні операції з кватерніонами.
5. Кватерніонні рівняння. Порепроєктування кватерніонів. Застосування кватерніонів для опису поворотів твердого тіла.
6. Чисельне інтегрування диференційних рівнянь. Метод Ейлера, методи Рунге-Кутта, уточнюючі методи Адамса, метод Еверхарта
7. Методи аналітичних рішень звичайних диференційних рівнянь. Рівняння з роздільними змінними. Однорідні диференційні рівняння. Лінійні диференційні рівняння. Рівняння, що явно не визначаються відносно y' (метод введення параметру, рівняння Лагранжа і Клеро). Рівняння в повних диференціалах (звичайне рішення, метод введення інтегруючих множників, метод зведення). Рівняння другого і більше порядків (рівняння, що допускають пониження порядку, лінійні рівняння з постійними коефіцієнтами, рівняння Ейлера, Лагранжа і Чебишева). Системи

диференційних рівнянь (блок самостійної роботи).

8. Числові методи обробки даних. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн функції. Метод найменших квадратів.
9. Переходи між системами координат при прогнозуванні руху штучних супутників Землі.
10. Треступеневий орбітальний рух космічного апарата. Моделі збурень
11. Кутовий рух космічного апарата. Збурення кутового руху.
12. Повна задача моделювання руху космічного апарата.
13. Особливості керування кутовим рухом космічного апарата. Наведення, орієнтація і стабілізація.
14. Введення в пакет Scilab. Основні математичні операції в Scilab.
15. Рішення диференційних рівнянь, інтерполяція в Scilab.
16. Особливості створення GUI додатків в Scilab
17. Основні оператори і цикли в мові C++. Процедури і функції. Структури і класи.
18. Особливості створення dll бібліотек на мові C++.
19. Математичні обчислення на мові C++.
20. Особливості моделювання розробки консольних додатків на мові C++.
21. Введення в C#. Схожість і відмінність з мовою C++.
22. Особливості розробки Graphic User Interface (GUI) на мові C#
23. Підключення бібліотеки C++ в проєкті на C#.