

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова науково-методичної ради  
фізико-технічного факультету

 Олександр ЗОЛОТЬКО

« 14 » 06 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОК 2.12 (2.15) Принципи побудови систем керування космічних  
апаратів і ракет-носіїв

шифр із ОПП

і повна назва навчальної дисципліни

для здобувачів вищої освіти

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації

спеціальність 173 Авіоніка

освітня програма Автоматика і управління в технічних системах

рік набору 2020/2021 форма навчання денна термін навчання 3р. 10 м.

рік набору 2021/2022 форма навчання денна термін навчання 2р. 10 м.

вид дисципліни обов'язкова

Розробник (-и) Кулабухов А.М, доц. каф. КБКІТ, к.т.н., доцент

вказати розробників: ПІБ, посада, науковий ступінь, вчене звання

  
підпис

Погоджено гарант ОП

  
(підпис)

Юрій МОРОЗ

(ім'я та прізвище)

Робоча програма схвалена на засіданні кафедри КБКІТ,

Протокол від « 17 » 05 2023 року № 8

Ухвалено на засіданні науково-методичної ради факультету ФТФ

Протокол від « 14 » 06 2023 року № 4

## Опис навчальної дисципліни

Навчальний рік (роки*) викладання дисципліни	Курс	Семестр	Підсумковий контроль				Індивідуальні завдання		Кредитів ЕСТS	Обсяг роботи студента (години)					
			екзамен	диф. залік	залік	курсова робота	форма	кількість		всього	аудиторні				самостійна робота
											всього аудиторних	лекції	практичні заняття	семінарські заняття	
2023/24	3	5	+					4			24	16			80
20__/_															
20__/_															
20__/_															

\* Робоча програма (РП) розробляється на повний цикл навчання за навчальною дисципліною, тобто зазначаються усі семестри викладання за ОП, якщо дисципліна викладається декілька років.

## 1. Мета дисципліни

Вивчення принципів побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв.

**Вивчення дисципліни забезпечує формування компетентностей за ОП:**

ЗК 3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК 4. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ФК 9. Здатність оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки.

ФК 11. Здатність проектувати системи керування космічних апаратів і ракет-носіїв

## 2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни.

Вивчення дисциплін:

Вища математика

Фізика

Електротехніка

Електроніка і основи схемотехніки

Основи теорії польоту

Теорія автоматичного керування

Мікропроцесорні системи керування

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

№	Результати навчання за дисципліною	Програмні результати навчання за ОП	Номери тем
	<p><b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв.</p> <p><b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір структури систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв</p>	<p><b>РН02.</b> Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності.</p>	1.1, 1.2. 2.1
	<p><b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв</p> <p><b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів</p>	<p><b>РН03.</b> Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки.</p>	1.3, 1.4. 2.2, 2.3
	<p><b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв</p> <p><b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів</p>	<p><b>РН04.</b> Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області.</p>	1.1, 1.6, 2.1
	<p><b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв</p> <p><b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів</p>	<p><b>РН05.</b> Організувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності.</p>	1.2- 1.5, 2.2, 2.3
	<p><b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв</p> <p><b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади</p>	<p><b>РН06.</b> Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у професійній діяльності</p>	1.1, 1.6, 2.1

	систем керування літальних апаратів		
	<b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв <b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів	<b>РН11.</b> Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації	1.4, 1.5, 2.3
	<b>Знати:</b> Методи проектування мікропроцесорних систем керування <b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів	<b>РН12.</b> Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.	1.3 – 1.5, 2.3
	<b>Знати:</b> Інформаційні технології для забезпечення функціонування космічних апаратів і ракет-носіїв <b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати телекомунікаційні прилади комічних апаратів і ракет-носіїв	<b>РН14.</b> Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів	1.6, 2.3
	<b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв <b>Вміти:</b> Обґрунтовувати вибір і створювати прилади систем керування літальних апаратів	<b>РН19.</b> Оцінювати технічні і економічні характеристики прийнятих рішень для забезпечення ефективності та високої якості розробок.	1.3 – 1.5, 2.3
	<b>Знати:</b> Принципи побудови систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв і інформаційні технології для забезпечення функціонування космічних апаратів і ракет-носіїв <b>Вміти:</b> Розробляти системи керування космічних апаратів і ракет-носіїв; проектувати приводи систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв; визначати параметру руху космічних апаратів і ракет-носіїв	<b>РН20.</b> Розробляти системи керування космічних апаратів і ракет-носіїв; проектувати приводи систем керування космічних апаратів і ракет-носіїв; визначати параметру руху космічних апаратів і ракет-носіїв	1.3 1.5, 2.3

#### 4. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин*				
		лекції	практичні заняття	семінарські заняття	лабораторні заняття	самостійна робота
<b>_6 семестр</b>						
<b><i>Розділ 1. Систми керування космічних апаратів</i></b>						
1	Тема 1.1 Класифікація космічних апаратів за функціональним призначенням. Автоматичні і пілотовані КА	2				6
2	Тема 1.2 Основні параметри руху космічних апаратів. Орбіти. Системи координат	2	2			8
3	Тема 1.3. Структура космічних апаратів. Апаратура корисного навантаження. Службові системи	4	4			10
4	Тема 1.4 Системи керування центром мас космічного апарату. Основні характеристики	2				8
5	Тема 1.5 Системи кутової орієнтації і стабілізації. Основні характеристики	4	4			10
6	Тема 1.6 Зони покриття. Радіолінії космічних апаратів	2	2			10
<b><i>Розділ 2. Системи керування ракет-носіїв</i></b>						
7	Тема 2.1 Класифікація ракет. Основні характеристики. Вимоги до систем керування.	2				8
8	Тема 2.2 Сили і моменти, що діють на ракету. Параметри руху ракет.	2	4			10
9	Тема 2.3 Структура систем керування ракет-носіїв. Системи керування центром мас і кутовим положенням. Прибори систем керування. Основні характеристики руху ракет-носіїв.	4				10
<b>Всього</b>		<b>24</b>	<b>16</b>			<b>80</b>

#### Тематика практичних занять

№ Темі	Тематика (назва) практичного / семінарського / лабораторного заняття	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
<b><i>Розділ 1.</i></b>			
Тема 1.2	Основні параметри руху космічних апаратів. Орбіти. Системи координат	2	Основна: 1 -4
Тема 1.3	Структура космічних апаратів. Апаратура корисного навантаження. Службові системи	4	Основна: 1 -4 Додаткова: 1- 3
Тема 1.5	Системи кутової орієнтації і стабілізації. Основні характеристики	4	Основна: 1- 4 Додаткова: 3
Тема 1.6	Зони покриття. Радіолінії космічних апаратів	2	Основна: 3 4

<b>Розділ 2.</b>			
Тема 2.2	Сили і моменти, що діють на ракету. Параметри руху ракет	4	Основна: 1, 2, 5 Додаткова: 4
<b>Всього годин</b>		<b>16</b>	<b>-</b>

### Тематика самостійної роботи

№ Теми	Тема самостійної роботи	Кількість годин	Рекомендована література (№ з переліку)
Тема 1.1	Класифікація космічних апаратів за функціональним призначенням. Автоматичні і пілотовані КА	6	Основна: 1 -4
Тема 1.2	Основні параметри руху космічних апаратів. Орбіти. Системи координат	8	Основна: 1 -4
Тема 1.3.	Структура космічних апаратів. Апаратура корисного навантаження. Службові системи	10	Основна:1 -4 Додаткова: 1- 3
Тема 1.4	Системи керування центром мас космічного апарату. Основні характеристики	8	
Тема 1.5	Системи кутової орієнтації і стабілізації. Основні характеристики	10	Основна:1- 4 Додаткова:3
Тема 1.6	Зони покриття. Радіолінії космічних апаратів	10	Основна:3 4
Тема 2.1	Класифікація ракет. Основні характеристики. Вимоги до систем керування.	8	Основна:1, 5
Тема 2.2	Сили і моменти, що діють на ракету. Параметри руху ракет.	10	Основна:1, 5 Додаткова: 4
Тема 2.2	Структура систем керування ракет-носіїв. Системи керування центром мас і кутовим положенням. Прибори систем керування. Основні характеристики руху ракет-носіїв.	10	Основна:1, 5 Додаткова: 4
<b>Всього годин</b>		<b>80</b>	<b>-</b>

## 5. Схема формування оцінки.

### 5.1 Шкала відповідності оцінювання:

Відмінно/Excellent	Зараховано/Passed	90-100
Добре/Good		82-89
		75-81
Задовільно/Satisfactory		64-74
Незадовільно/Fail	Не зараховано/Fail	60-63
		0-59

## 5.2 Форми та організація оцінювання:

### Поточний контроль: 5 семестр

Форма оцінювання	Строки проведення оцінювання (тижні викладання)	Максимальна кількість балів
<i>Рішення практичних задач за темами</i>		
<i>Завдання 1</i>	2-6	15
<i>Завдання 2</i>	7-10	15
<i>Завдання 3</i>	11-14	15
<i>Завдання 4</i>	15-16	15
<b>Максимальна кількість балів за поточне оцінювання</b>		<b>60</b>

### Семестровий контроль:

Форма оцінювання	Максимальна кількість балів
Екзамен	<b>40</b>

## 5.3 Критерії оцінювання:

Критерії оцінювання знань здобувачів*	
<b>Форма 1 (завдання 1)</b>	
Бали	Критерій
14 - 15	<i>Завдання виконано повністю з встановленими вимогами у визначені термінами і належним чином оформлено</i>
11 - 13	<i>Методичне матеріал використано вірно, але мають незначні помилки отриманих результатів, або представлені з незначним відхиленням від встановлених термінів</i>
9 - 10	<i>Завдання виконано повністю, але з суттєвим відхиленням від встановлених термінів, або мають помилки в розрахунках, які привели до суттєвих відхилень від правильного рішення.</i>
1 - 8	<i>Завдання виконано частко, і не належним чином оформлено.</i>
<b>Форма 2 (завдання 2)</b>	
Бали	Критерій
14 - 15	<i>Завдання виконано повністю з встановленими вимогами у визначені термінами і належним чином оформлено</i>
11 - 13	<i>Методичне матеріал використано вірно, але мають незначні помилки отриманих результатів, або представлені з незначним відхиленням від встановлених термінів</i>
9 - 10	<i>Завдання виконано повністю, але з суттєвим відхиленням від встановлених термінів, або мають помилки в розрахунках, які привели до суттєвих відхилень від правильного рішення.</i>
1 - 8	<i>Завдання виконано частко, і не належним чином оформлено.</i>

<b>Форма 3(завдання 3)</b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
14 - 15	<i>Завдання виконано повністю з встановленими вимогами у визначені термінами і належним чином оформлено</i>
11 - 13	<i>Методичне матеріал використано вірно, але маються незначні помилки отриманих результатів, або представлені з незначним відхиленням від встановлених термінів</i>
9 - 10	<i>Завдання виконано повністю, але з суттєвим відхиленням від встановлених термінів, або маються помилки в розрахунках, які привели до суттєвих відхилень від правильного рішення.</i>
1 - 8	<i>Завдання виконано частко, і не належним чином оформлено.</i>
<b>Форма 4 (завдання 4)</b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
14 - 15	<i>Завдання виконано повністю з встановленими вимогами у визначені термінами і належним чином оформлено</i>
11 - 13	<i>Методичне матеріал використано вірно, але маються незначні помилки отриманих результатів, або представлені з незначним відхиленням від встановлених термінів</i>
9 - 10	<i>Завдання виконано повністю, але з суттєвим відхиленням від встановлених термінів, або маються помилки в розрахунках, які привели до суттєвих відхилень від правильного рішення.</i>
1 - 8	<i>Завдання виконано частко, і не належним чином оформлено.</i>
<b>Форма 5 (екзамен)</b>	
<b>Бали</b>	<b>Критерій</b>
0 -24	<i>Правильна відповідь на тестове запитання 4 бали Невірна відповідь на тестове запитання - 0</i>
15 - 16	<i>Задачі виконані вірно і належним чином оформлені</i>
8 - 14	<i>Задачі виконані не повністю, або з незначними помилками</i>
1 - 7	<i>Задачі виконані частко.</i>

\* (за кожною формою оцінювання, зазначеною у п. 5.2)

## **6. Методи навчання, інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна:**

### **Методи навчання:**

Дисципліна включає викладення матеріалу на лекціях, практичне розв'язання задач, самостійну роботу студента з оформленням матеріалів за встановленими вимогами і їх захисту у формі відповіді на питання викладача

### **Інструменти та обладнання:**

Лабораторія автономних систем керування № 507:  
приборний відсік ракети-носія, автономні прибори ракето-носіїв.  
Лабораторія супутникового зв'язку № 508 корпус 10:  
апаратура прийому супутникової інформації.

### **Програмне забезпечення:**

Програмні продукти офісу 365



## 7. Рекомендована література:

### *Основна:*

1. Космічні літальні апарати. Введення в ракетно-космічну техніку: Навч. посібник із грифом МОНУ / Ю.Ф. Данієв Ю.Ф., А.В. Демченко, В.С. Зевако, А.М. Кулабухов, В.В. Хуторний; Під заг. ред. д-ра техн. наук, проф. О.М. Петренко Д.: АРТ-ПРЕС, 2007. – 456 с.
2. Алексеев, Ю. С. Проектування систем керування об'єктів ракетно-космічної техніки. Т. 2. Проектування систем керування космічних апаратів та модулів орбітальних станцій: підручник / Ю. С. Алексеев, Є. В. Білоус, Г. В. Беляєв та ін / під заг. ред. Ю. С. Алексеева, Ю. М. Златкіна, В. С. Кривцова, А. С. Кулика, В. І. Чумаченко. - Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», НВП Хартрон-Аркос, 2012. - 680 с.
3. Кулабухов А.М. Супутникові системи: Навчальний посібник у слайдах. Офіс 365. Команда 2023 Керування ракетами-носіями і космічними апаратами 2018. – 102 слайдів.
4. Кулабухов А.М. Призначення, класифікація та принципи побудови космічних апаратів у слайдах. 2019. – 57 слайдів. Офіс 365. Команда 2023 Керування ракетами-носіями і космічними апаратами
5. Кулабухов А.М. Ракето-носії Навчальний посібник у слайдах. Офіс 365. Команда 2023 Керування ракетами-носіями і космічними апаратами. – 14 слайдів

### *Додаткова:*

1. Проектування цифрових автоматів і мікропроцесорних систем керування: Навч. посіб. / А.М. Кулабухов, В.О. Ларін, М.О. Якушкін. – Д.: РВВ ДНУ, 2005. – 132 с. (гриф “Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”).
2. О.А. Гребенкіна, А.М. Кулабухов Енергоефективні методи керування кутовим положенням малих космічних апаратів Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Ракетно-космічна техніка. – 2022. – Вип. 25. – №4. – Т. 30. – С. 152-157 DOI: 10.15421/452210.
3. Технология спутниковой съемки в процессе перенацеливания / А.Л. Макаров., Д.К. Мозговой, А.М. Кулабухов, В.С. Хорошилов, А.Л. Ольшанский, Г.В. Петренко, В.М. Попель // Космическая наука и технология. Т. 17. – № 6.– К.: 2011. – С. 3 -9.
4. Авдеев В.В. Вплив збурень на параметри орбіти / Д., РВВ ДНУ, 2017. – 13 с

## 8. Інформаційні ресурси:

1. Бібліотека ДНУ <http://lib.dnu.dp.ua/>
2. Електронні посібники: office 365. Команда 2024 Керування ракетами-носіями і космічними апаратами (доступ обмежений, тільки для студентів та викладачів).
3. Репозиторій ДНУ <http://repository.dnu.dp.ua:1100/>
4. Internet Пошукова система