

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії
 Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

УЗГОДЖЕНО
 Декан ФККПІ

Геленц Катерина НЕСТЕРЕБКО
 « 11 » 04 2022 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Полухін Анатолій ПОЛУХІН
 « 11 » 04 2022 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Математичні моделі динамічних систем»

Освітньо-професійна програма: «Інформаційні управляючі системи та технології»


Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 122 «Комп'ютерні науки»


Форма навчання	Сем.	Усього (год./ кредитів ECTS)	ЛКЦ	ПР.З	ЛЗ	СРС	ДЗ/ РГР/ К.Р.	КР/ КП	Форма семестр. контролю
Денна	4,5	270/9,0	68	-	68	134	(1)ДЗ-4с (2)РГР-4,5с	-	Диф.залік-4,5с
Заочна	4,5,6	270/9,0	14	-	16	240	(2) К.Р.-5,6с	-	Диф.залік-5,6с

Індекс: НБ-4-122-1/21-2.1.25
 НБ-4-122-1з/21-2.1.25

СМЯ НАУ РП 09.01.03-01-2022

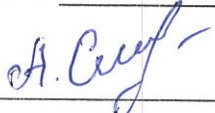
	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні моделі динамічних систем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 09.01.03-01-2022
		Стор. 2 із 22	

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні моделі динамічних систем» розроблена на основі освітньо-професійної програми «Інформаційні управляючі системи та технології», навчальних та робочих навчальних планів №НБ-4-122-1/21, №РБ-4-122-1/21, №НБ-4-122-1з/21, №РБ-4-122-1з/21 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», розпорядження проректора з навчальної роботи від 24.12.2021 р. №074/роз та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив професор кафедри комп'ютерних інформаційних технологій  Анатолій ПОЛУХІН

Робоча програма обговорена та схвалена на засіданні випускової кафедри комп'ютерних інформаційних технологій спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології», протокол № 01 від « 12 » 01 2022 р.

Гарант освітньо-професійної програми  Ігор РАЙЧЕВ

Завідувач кафедри  Аліна САВЧЕНКО

Робоча програма обговорена та схвалена на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії, протокол № 10 від « 27 » січня 2022 р.

Голова НМРР  Сергій ГНАТЮК

Рівень документа – 3б
Плановий термін між ревізіями – 1 рік
Контрольний примірник



ЗМІСТ

	стор.
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни в галузі науки та системі професійної підготовки фахівця	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	5
1.4. Міждисциплінарні зв'язки.....	6
2. Програма навчальної дисципліни	6
2.1. Структура навчальної дисципліни.....	6
2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля	7
2.3. Тематичний план	12
2.4. Домашнє завдання	14
2.5. Розрахунково-графічні роботи	15
2.6. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН)	16
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	16
3.1. Методи навчання	16
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна)	17
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	17
4. Рейтингова система оцінювання набутих студентом знань, умінь, навичок та інших компетентностей	17
4.1. Методи контролю та схема нарахування балів	17



ВСТУП

Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні моделі динамічних систем» розроблена та оформлена відповідно до «Методичних рекомендацій до розроблення і оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021р., № 249/од та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни в галузі науки та системі професійної підготовки фахівця.

Навчальна дисципліна «Математичні моделі динамічних систем» є теоретичною основою сукупності знань, умінь, навичок та інших компетентностей, що формують авіаційний профіль майбутнього фахівця в галузі інформаційних управляючих систем та технологій.

Метою викладання навчальної дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій, понять, методів та технологій математичного моделювання та дослідження динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака в режимах штурвального та автоматичного управління у взаємодії з навколишнім середовищем, а також систем і процесів навігації та літаководіння.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- оволодіння методами та технологіями математичного моделювання динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака у взаємодії з навколишнім середовищем;
- дослідження алгоритмів функціонування (законів управління) сучасних бортових систем штурвального та автоматичного управління польотом;
- дослідження збуреного руху «вільного» літака, а також збуреного руху літака в режимах штурвального та автоматичного управління;
- оволодіння методами та технологіями математичного моделювання динамічних систем на прикладі систем і процесів навігації та літаководіння з урахуванням забезпечення безпеки польотів.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна.

Вивчення даної навчальної дисципліни дає можливість досягти, відповідно до Стандарту вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженого наказом Міністерства освіти та науки України від 10.07.2019р. №962, такі програмні результати навчання: ПР1, ПР2, ПР3, ПР6, ПР8, ПР9.

Зокрема, студент буде здатний самостійно розробляти нелінійні та лінеаризовані математичні моделі складних динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака у взаємодії з навколишнім середовищем; самостійно розробляти на їх основі програмні (алгоритмічні) моделі динамічних систем з використанням сучасного математичного апарату, алгоритмічних мов високого



рівня, різних спеціалізованих сервісів, 2D і 3D методів комп'ютерної анімації, проводити дослідження за заданою програмою та здійснювати аналіз отриманих результатів.

1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна.

Вивчення даної навчальної дисципліни дає можливість здобути, відповідно до Стандарту вищої освіти за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, затвердженого наказом Міністерства освіти та науки України від 10.07.2019р. №962, такі компетентності:

1.3.1. Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі комп'ютерних наук або в процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

1.3.2. Загальні компетентності: ЗК1, ЗК2, ЗК3, ЗК4, ЗК6, ЗК7, ЗК8, ЗК11, ЗК12.

1.3.3. Спеціальні (фахові) компетентності: СК1, СК3, СК4, СК7, СК10.

Зокрема, студент здобуде такі компетентності:

Знати:

- методи та технології математичного моделювання динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака у взаємодії з навколишнім середовищем, а також систем і процесів навігації та літаководіння з урахуванням забезпечення безпеки польотів.

Уміти:

- застосовувати компетентності, набуті в результаті вивчення інших дисциплін, при вивченні дисципліни «Математичні моделі динамічних систем»;

- самостійно розробляти нелінійні та лінеаризовані математичні моделі динамічних систем на прикладі динаміки польоту «вільного» літака у взаємодії з навколишнім середовищем, а також у режимах штурвального та автоматичного управління;

- самостійно розробляти нелінійні та лінеаризовані математичні моделі динамічних систем на прикладі систем і процесів навігації та літаководіння;

- самостійно розробляти програмні (алгоритмічні) моделі динамічних систем з використанням сучасного математичного апарату та алгоритмічних мов високого рівня та відлагоджувати їх;

- самостійно проводити дослідження динаміки польоту «вільного» літака у взаємодії з навколишнім середовищем, а також у режимах штурвального та автоматичного управління з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ за запланованою програмою;

- самостійно проводити дослідження систем та процесів навігації та літаководіння з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ за запланованою програмою;



- самостійно аналізувати отримані результати досліджень та формувати обґрунтовані висновки та рекомендації щодо отриманих результатів;
- самостійно працювати з нормативною та технічною документацією.

Мати навички:

- застосування сучасного математичного апарату при розробленні нелінійних та лінеаризованих математичних моделей динамічних систем на прикладі динаміки польоту «вільного» літака у взаємодії з навколишнім середовищем, а також польоту літака в режимах штурвального та автоматичного управління, та на прикладі систем і процесів навігації та літаководіння;
- розроблення програмних (алгоритмічних) моделей динамічних систем з використанням алгоритмічних мов високого рівня та відлагоджувати їх;
- проведення досліджень динаміки польоту «вільного» літака у взаємодії з навколишнім середовищем, а також польоту літака в режимах штурвального та автоматичного управління, та систем і процесів навігації та літаководіння з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ за запланованою програмою та оформляти результати досліджень відповідно до вимог ДСТУ;
- аналізу отриманих результатів досліджень та формування обґрунтованих висновків та рекомендації щодо отриманих результатів;
- роботи з нормативною та технічною документацією.

1.4. Міждисциплінарні зв'язки.

Вивчення навчальної дисципліни «Математичні моделі динамічних систем» базується на навчальному матеріалі таких дисциплін: «Вища математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Чисельні методи», «Фізика», «Основи теорії управління», «Алгоритмізація та програмування» та інших.

Знання, уміння, навички та інші компетентності, набуті студентами під час вивчення даної навчальної дисципліни, використовуються в подальшому при вивченні багатьох наступних дисциплін професійної підготовки здобувачів вищої освіти освітніх ступенів «Бакалавр» та «Магістр» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології (за галузями)».

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Структура навчальної дисципліни.

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з чотирьох навчальних модулів, кожен з яких є відносно самостійною, цілісною та логічно завершеною частиною дисципліни:

Модуль №1 «Математичні моделі динаміки польоту літака»;

Модуль №2 «Пілотажні характеристики літака»;

Модуль №3 «Математичні моделі бортових систем автоматичного управління польотом літака»;

Модуль №4 «Математичні моделі систем і процесів повітряної навігації та літаководіння».



2.2. Модульне структурування та інтегровані вимоги до кожного модуля. Модуль №1 «Математичні моделі динаміки польоту літака».

Інтегровані вимоги до модуля №1:

У результаті засвоєння навчального матеріалу модуля №1 студент повинен:

Знати:

- конструкцію повітряних суден та авіаційних газотурбінних двигунів, їх дросельні та висотно-швидкісні характеристики;
- особливості систем штурвального управління літаків;
- закони аеродинаміки, фізичну суть процесів при збуреному русі літака;
- методи та технології математичного моделювання динамічних систем на прикладі динаміки польоту "вільного" літака.

Вміти:

- самостійно розробляти нелінійні та лінеаризовані математичні моделі динамічних систем на прикладі динаміки польоту "вільного" літака.

Тема 1. Повітряне судно як об'єкт управління в атмосфері Землі.

Місце дисципліни в системі підготовки фахівця з інформаційних управляючих систем та технологій. Атмосфера Землі та її характеристика. В'язкість і стисливість рідин та газів. Аеродинаміка та її основні закони. Аеродинамічні сили та моменти повітряних суден. Коефіцієнти аеродинамічних сил та моментів повітряних суден.

Тема 2. Класифікація та конструкція літальних апаратів.

Класифікація та конструкція літаків. Основні частини конструкції літака. Класифікація та конструкція вертольотів. Основні частини конструкції вертольоту. Класифікація та конструкція авіаційних газотурбінних двигунів. Режими роботи авіаційних газотурбінних двигунів, їх дросельні та висотно-швидкісні характеристики. Системи штурвального управління повітряних суден, їх класифікація та органи управління. Шарнірний момент руля повітряного судна та методи його аеродинамічної компенсації.

Тема 3. Системи координат, що використовуються при моделюванні динаміки польоту повітряних суден.

Нормальна земна, зв'язана, швидкісна, напівзв'язана системи координат. Перетворення систем координат. Положення зв'язаної системи координат відносно нормальної земної. Кути Ейлера. Положення швидкісної системи координат відносно зв'язаної. Кути атаки, ковзання та нахилу траєкторії.

Тема 4. Математична модель руху центру мас літака.

Припущення та спрощення при розробці математичної моделі руху центру мас літака. Проекції векторів сили тяги двигунів, повної аеродинамічної сили та ваги літака на осі швидкісної системи координат. Математичні моделі кутів атаки та ковзання.

Тема 5. Математичні моделі руху літака навколо центру мас та центру мас відносно поверхні Землі.



Математична модель руху літака навколо центру мас. Математична модель лінійного руху центру мас відносно поверхні Землі. Поняття про перевантаження.

Тема 6. Спрощення нелінійної математичної моделі просторового руху літака.

Лінеаризація нелінійних функцій диференціальних рівнянь. Лінеаризація коефіцієнтів аеродинамічних сил та моментів як функцій параметрів польоту. Розкладання коефіцієнтів аеродинамічних сил та моментів у ряд Тейлора. Фізична суть членів розкладання в ряд Тейлора коефіцієнтів аеродинамічних сил як функцій параметрів польоту.

Тема 7. Статичні та обертальні аеродинамічні моменти.

Лінеаризація коефіцієнтів аеродинамічних моментів як функцій параметрів польоту. Лінеаризовані коефіцієнти статичних та обертальних аеродинамічних моментів. Фізична суть членів розкладання в ряд Тейлора коефіцієнтів аеродинамічних моментів як функцій параметрів польоту. Центрівка літака і її вплив на коефіцієнт повздовжнього моменту літака.

Тема 8. Лінеаризація диференціальних рівнянь математичної моделі просторового руху літака.

Лінеаризована математична модель руху літака в повздовжній площині. Лінеаризована математична модель руху літака в бічній площині.

Тема 9. Балансування літака.

Балансовані значення параметрів польоту та відхилень органів управління. Короткоперіодичний та довгоперіодичний рух літака в повздовжній площині.

Модуль №2 «Пілотажні характеристики літака».

Інтегровані вимоги до модуля №2:

У результаті засвоєння навчального матеріалу модуля №2 студент повинен:

Знати:

- статичні та динамічні пілотажні характеристики "вільного" літака;

Вміти:

- аналізувати вплив на статичні та динамічні характеристики літака різноманітних чинників польоту;
- самостійно розробляти програмні (алгоритмічні) моделі з використанням алгоритмічних мов високого рівня та налагоджувати їх;
- самостійно проводити дослідження динамічних систем з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ.

Тема 1. Пілотування та пілотажні характеристики літака.

Пілотування та пілотажні характеристики літака. Характеристики маневреності літака. Стійкість короткоперіодичного руху літака в повздовжній площині.

Тема 2. Стійкість короткоперіодичного руху літака в повздовжній площині за вертикальним перевантаженням та стійкість руху літака в бічній площині.



Запас стійкості літака за вертикальним перевантаженням. Центрівка літака та її вплив на його стійкість. Нейтральна, гранично задня центрівка. Стійкість руху літака в бічній площині.

Тема 3. Статичні характеристики керованості літака в повздовжній площині.

Балансоване значення відхилення руля висоти як функція параметрів польоту. Витрата руля висоти на одиницю вертикального перевантаження. Гранично передня центрівка.

Тема 4. Динамічні характеристики керованості літака в повздовжній та в бічній площині.

Власна частота, період та відносний коефіцієнт затухання короткоперіодичного руху літака в повздовжній площині як функції параметрів польоту. Динамічні характеристики керованості літака в бічній площині. Власна частота, період та відносний коефіцієнт затухання руху літака в бічній площині як функції параметрів польоту.

Тема 5. Математична модель атмосферної турбулентності.

Атмосферна турбулентність та її вплив на динаміку польоту літака. Види математичних моделей атмосферної турбулентності. Ймовірнісна математична модель атмосферної турбулентності.

Тема 6. Математична модель дій пілота в контурі управління повітряного судна.

Поле інформації пілота повітряного судна. Особливості органів почуттів людини. Види математичних моделей дій пілота в контурі управління повітряного судна. Математична модель дій пілота в контурі управління повітряного судна в термінах передавальних функцій.

Модуль №3 «Математичні моделі бортових систем автоматичного управління польотом літака».

Інтегровані вимоги до модуля №3:

У результаті засвоєння навчального матеріалу модуля №3 студент повинен:

Знати:

- класифікацію, конструкцію та особливості бортових систем автоматичного управління повітряних суден та їх закони управління;
- динамічні та статичні характеристики динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака в режимі автоматичного управління;

Вміти:

- самостійно розробляти програмні (алгоритмічні) моделі з використанням алгоритмічних мов високого рівня та налагоджувати їх;
- самостійно проводити дослідження динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака в режимі автоматичного управління з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ.

Тема 1. Автоматичні системи поліпшення пілотажних характеристик повітряних суден.



Автоматичні системи поліпшення пілотажних характеристик повітряних суден. Демпфери. Демпфер тангажу та його закони управління. Вплив різних видів закону управління демпферу тангажу на динамічні та статичні характеристики короткоперіодичного руху літака в повздовжній площині.

Тема 2. Демпфери крену та рискання та їх закони управління.

Демпфер крену та його закони управління. Демпфер рискання та його закони управління. Вплив різних видів законів управління демпферів крену та рискання на динамічні та статичні характеристики руху літака в бічній площині.

Тема 3. Закони автоматичного управління бортових систем автоматичного управління польотом літака.

Системи автоматичного управління із сервоприводом з жорстким, швидкісним та ізодромним зворотним зв'язком. Математична модель сервоприводу з жорстким зворотним зв'язком. Статичний, астатичний та ізодромний закони автоматичного управління САУ.

Тема 4. Автоматичне управління висотою польоту.

Автоматичне управління висотою польоту із статичним законом управління. Автоматичне управління висотою польоту з астатичним законом управління. Автоматичне управління висотою польоту з ізодромним законом управління.

Тема 5. Автоматичне управління швидкістю польоту.

Автоматичне управління швидкістю польоту через обчислювальну систему управління тягою (автомат тяги) із статичним законом управління. Автоматичне управління швидкістю польоту через обчислювальну систему управління тягою (автомат тяги) з астатичним законом управління. Автоматичне управління швидкістю польоту через обчислювальну систему управління тягою (автомат тяги) з ізодромним законом управління. Автоматичне управління швидкістю польоту через руль висоти зі статичним законом управління. Автоматичне управління швидкістю польоту через руль висоти з астатичним законом управління. Автоматичне управління швидкістю польоту через руль висоти з ізодромним законом управління.

Модуль №4 «Математичні моделі систем і процесів повітряної навігації та літаководіння».

Інтегровані вимоги до модуля №4:

У результаті засвоєння навчального матеріалу навчального модуля №4 "Математичні моделі процесів повітряної навігації та літаководіння" студент повинен:

Знати:

- методи та технології процесів навігації та літаководіння та їх математичного моделювання з урахуванням забезпечення безпеки польотів.

Вміти:

- самостійно розробляти програмні (алгоритмічні) моделі з використанням алгоритмічних мов високого рівня та налагоджувати їх;



- самостійно проводити дослідження процесів навігації та літаководіння з використанням програмних (алгоритмічних) моделей на ПЕОМ.

Тема 1. Повітряна навігація та літаководіння.

Повітряна навігація як прикладна наука. Літаководіння як комплекс дій екіпажу повітряного судна у взаємодії зі службою управління повітряним рухом, спрямованих на виконання певних завдань. Завдання повітряної навігації та літаководіння. Форма та моделі Землі. Системи земних координат, що використовуються в повітряній навігації та літаководінні.

Тема 2. Елементи руху повітряного судна.

Види курсів та шляхових кутів та співвідношення між ними. Види висот польоту та співвідношення між ними.

Тема 3. Навігаційний трикутник швидкостей.

Види швидкостей польоту та співвідношення між ними. Вітер та його параметри. Навігаційний трикутник швидкостей, його лінійні та кутові параметри. Співвідношення між лінійними та кутовими параметрами навігаційного трикутника швидкостей. Методи визначення лінійних та кутових параметрів навігаційного трикутника швидкостей.

Тема 4. Етапи польоту повітряних суден та забезпечення безпеки літаководіння.

Етапи польоту повітряних суден. Комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки літаководіння. Ешелонування повітряних суден. Вертикальне, повздовжнє та бічне ешелонування повітряних суден.

Тема 5. Способи виводу повітряного судна до заданої точки.

Курсовий, шляховий, маршрутний способи виводу повітряних суден до заданої точки.

Тема 6. Методи визначення координат місця судна.

Оглядово-порівняльний, позиційні методи визначення координат місця судна. Методи зчислення шляху. Аерометричний метод зчислення шляху. Допплерівський метод зчислення шляху. Перетворення координат місця судна. Корекція координат місця судна.

Тема 7. Інерціальний метод зчислення шляху.

Суть та особливості інерціального методу зчислення шляху. Класифікація та склад інерціальних навігаційних систем.

Тема 8. Математична модель інерціальної навігаційної системи напіваналітичного меридіонального типу.

Математична модель інерціальної навігаційної системи напіваналітичного меридіонального типу. Визначення навігаційних параметрів в інерціальній навігаційній системі та співвідношення між ними.

Тема 9. Математична модель системи завдання траєкторії заходу літака на посадку.

Математична модель системи завдання траєкторії заходу літака на посадку за сигналами курсового радіомаяка. Математична модель системи завдання траєкторії заходу літака на посадку за сигналами гліссадного радіомаяка.

Тема 10. Комплексна обробка інформації.



Комплексна обробка інформації. Завдання та види комплексної обробки інформації. Оптимальна та субоптимальна фільтрація. Синтез субоптимальних фільтрів при комплексуванні інформаційно-вимірювальних систем за схемами компенсації, фільтрації та корекції.

2.3. Тематичний план.

№ пор.	Назва теми (тематичного розділу)	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 семестр									
Модуль № 1 «Математичні моделі динаміки польоту літака»									
		4 семестр				4 семестр			
1.1	Повітряне судно як об'єкт управління в атмосфері Землі.	9	2	4	3	7	1	1	5
1.2	Класифікація та конструкція повітряних суден, їх силових установок та систем штурвального управління	14	-	4	10	7	1	1	5
1.3	Системи координат, що використовуються при моделюванні динаміки польоту повітряних суден	3	2	-	1	7	1	-	6
1.4	Математична модель руху центру мас літака	3	2	-	1	9	1	-	8
1.5	Математичні моделі руху літака навколо центру мас та центру мас відносно поверхні землі.	3	2	-	1	30	4	2	24
1.6	Спрощення нелінійної математичної моделі просторового руху літака.	3	2	-	1	5,5	0,5	-	5
1.7	Статистичні та обертальні аеродинамічні моменти	3	2	-	1	6,5	0,5	-	6
1.8	Лінеаризація диференціальних рівнянь математичної моделі просторового руху літака	6	4	-	2	5,5	0,5	-	5
1.9	Балансування літака	3	2	-	1	9,5	0,5	-	9
1.10	Домашнє завдання/Контрольна (домашня) робота №1 (ЗФН)	8	-	-	8	8	-	-	8
1.11	Розрахунково-графічна робота №1	10	-	-	10	-	-	-	-
1.12	Модульна контрольна робота №1	4	2	-	2	-	-	-	-
Усього за модулем №1		69	20	8	41	-	-	-	-



Модуль № 2 «Пілотажні характеристики літака»

2.1	Пілотування та пілотажні характеристики літака	4	2	-	2	5,5	0,5	-	5
2.2	Стійкість короткоперіодичного руху літака в повздовжній площині за вертикальним перевантаженням та руху літака в бічній площині	10	2	4	4	11,5	0,5	1	10
2.3	Статистичні характеристики керованості літака в повздовжній площині	12	2	5	5	11,5	0,5	1	10
2.4	Динамічні характеристики керованості літака в повздовжній та в бічній площині	15	2	8	5	11,5	0,5	1	10
2.5	Математична модель атмосферної турбулентності	11	2	5	4	11,5	0,5	1	10
2.6	Математична модель дій пілота в контурі управління повітряного судна	10	2	4	4	6,5	0,5	1	5
2.7	Модульна контрольна робота №2	4	2	-	2	-	-	-	-
Усього за модулем №2		66	14	26	26	-	-	-	-
Усього за 4 семестр		135	34	34	67	-	-	-	-

5 семестр

Модуль №3 «Математичні моделі бортових систем автоматичного управління польотом літака»

3.1.	Автоматизовані системи поліпшення пілотажних характеристик повітряних суден. Демпфер тангажу та його закони управління	4	2	-	2	10,5	0,5	-	10
3.2	Демпфери крену та рискання та їх закони управління	4	2	-	2	5	-	-	5
3.3	Закони автоматичного управління бортових систем автоматичного управління польотом літака	13	2	6	5	7	0,5	1,5	5
3.4	Автоматичне управління висотою польоту	12	2	6	4	6,5	-	1,5	5
3.5	Автоматичне управління швидкістю польоту	6	2	-	4	5	-	-	5
3.6	Розрахунково-графічна робота №2/ Контрольна (домашня) робота №2 (ЗФН)	15	-	-	15	8	-	-	8
3.7	Модульна контрольна робота №3	6	2	-	4	-	-	-	-
Усього за модулем №3 / за 5 семестр (ЗФН)		60	12	12	36	135	6	8	121

Модуль №4 «Математичні моделі систем і процесів повітряної навігації та літаководіння»

№ пор.	Назва теми (тематичного розділу)	5 семестр				6 семестр			
4.1	Повітряна навігація та літаководіння	4	2	-	2	10	-	-	10
4.2	Елементи руху повітряного судна	9	2	4	3	11	-	1	10



4.3	Навігаційний трикутник швидкостей	9	2	4	3	10,5	0,5	1	9
4.4	Етапи польоту повітряний суден та забезпечення безпеки літаководіння	4	2	-	2	8,5	0,5	-	8
4.5	Способи виводу повітряного судна до заданої точки	9	2	4	3	9,5	0,5	1	8
4.6	Методи визначення координат місця судна	7	2	2	3	11,5	0,5	1	10
4.7	Інерціальний метод зчислення шляху	4	2	-	2	4	-	-	4
4.8	Математична модель інерціальної навігаційної системи напіваналітичного меридіонального типу	4	2	-	2	7	1	-	6
4.9	Математична модель системи завдання траєкторії заходу літака на посадку	15	2	8	5	13	1	2	10
4.10	Комплексна обробка інформації	4	2	-	2	4	-	-	4
4.11	Контрольна (домашня) робота (ЗФН) №3	-	-	-	-	8	-	-	8
4.12	Контрольна (домашня) робота (ЗФН) №4	-	-	-	-	8	-	-	8
4.13	Модульна контрольна робота №4	6	2	-	4	-	-	-	-
Усього за модулем №4 /за 6 семестр (ЗФН)		75	22	22	31	105	4	6	95
Усього за 5 семестр		135	34	34	67	135	6	8	121
Усього за навчальною дисципліною		270	68	68	134	270	14	16	240

2.4. Домашнє завдання.

Домашнє завдання (ДЗ) виконується в четвертому семестрі, відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань, умінь, практичних навичок та інших компетентностей, здобутих студентом в процесі самостійного опрацювання технічних літературних джерел і є важливим етапом у засвоєнні навчального матеріалу, що викладається у четвертому семестрі.

Домашнє завдання виконується на основі навчального матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання студентами, і є складовою модулю №1 «Математичні моделі динаміки польоту літака».

Конкретна мета домашнього завдання міститься, в залежності від варіанту завдання, у вивченні та засвоєнні класифікації та конструкції повітряних суден, характеристик крила літака та його механізації, систем штурвального управління повітряних суден, шарнірного моменту руля та методів його компенсації, конструкції авіаційних газотурбінних двигунів тощо.

Виконання, оформлення та захист домашнього завдання здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання домашнього завдання, – до 8 годин самостійної роботи.



2.5. Розрахунково-графічні роботи.

Розрахунково-графічні роботи (РГР) №1 та №2 виконуються відповідно до затверджених в установленому порядку методичних рекомендацій, з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань, умінь, практичних навичок та інших компетентностей, здобутих студентом в області математичного моделювання складних динамічних систем.

Виконання РГР №1 та №2 є важливими етапами у підготовці до виконання дипломного проекту (роботи) майбутнього фахівця з інформаційних управляючих систем та технологій.

Розрахунково-графічна робота (РГР) №1 виконується в четвертому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань, умінь, практичних навичок та інших компетентностей, здобутих студентом в області математичного моделювання графічно заданих функціональних залежностей (наприкладі коефіцієнтів аеродинамічних сил та моментів літака як функцій параметрів польоту) і є складовою модуля №1 «Математичні моделі динаміки польоту літака».

Конкретна мета РГР №1 міститься у розробці математичних моделей коефіцієнтів аеродинамічних сил та моментів літака, представлених у вигляді графічних залежностей, з використанням заданого у варіанті індивідуального завдання методу лінійної інтерполяції.

Виконання, оформлення та захист РГР №1 здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання РГР №1, – до 10 годин самостійної роботи.

Розрахунково-графічна робота №2 виконується у п'ятому семестрі з метою закріплення та поглиблення теоретичних знань, умінь, практичних навичок та інших компетентностей, здобутих студентом у процесі вивчення та засвоєння навчального матеріалу дисципліни в області математичного моделювання та дослідження складних динамічних систем на прикладі динаміки польоту літака в режимах автоматичного та штурвального управління і є складовою модуля №3 «Математичні моделі бортових систем автоматичного управління польотом літака».

Конкретна мета РГР №2 міститься у розробці програмної математичної моделі динаміки керованого польоту літака на зумовлених варіантом індивідуального завдання режимі та методах чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь, при заданих значеннях вихідних параметрів тощо і проведенні на зазначеній моделі дослідження, програма якого задана в методичних рекомендаціях з виконання РГР.

Для успішного виконання РГР №2 студент повинен знати особливості динаміки польоту «вільного» та керованого літака у взаємодії з навколишнім середовищем на різних режимах, методи чисельного інтегрування систем диференціальних рівнянь, методи та технології математичного моделювання динамічних систем, алгоритмічні мови високого рівня, вимоги нормативних та регламентуючих документів, вміти самостійно розробляти нелінійні та лінеаризовані математичні моделі динамічних систем на прикладі динаміки польоту «вільного» та керованого літака у взаємодії з навколишнім середовищем на різних режимах, програмні моделі на ПЕОМ та відлагоджувати



їх, проводити дослідження динамічних систем з використанням програмних моделей на ПЕОМ.

Виконання, оформлення та захист РГР №2 здійснюється студентом в індивідуальному порядку відповідно до методичних рекомендацій.

Час, потрібний для виконання РГР №2, – до 15 годин самостійної роботи.

2.6. Перелік питань для підготовки до підсумкової контрольної роботи (ЗФН).

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до підсумкової контрольної роботи розробляються провідним викладачем кафедри відповідно до робочої програми, затверджуються на засіданні кафедри та доводяться до відома студентів.

3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання.

У процесі вивчення даної дисципліни застосовуються різноманітні методи навчання – способи подання (представлення) інформації студентові в ході його пізнавальної діяльності, реалізовані через дії, які зв'язують викладача та студента:

Інформаційно-рецептивний метод, коли студенти отримують знання на лекції, під час лабораторних занять, самостійного виконання індивідуальних завдань тощо в «готовому» вигляді, сприймають та осмислюють факти, оцінки, висновки й залишаються в рамках репродуктивного (відтворюючого) мислення.

Репродуктивний метод (репродукція – відтворення), коли пізнавальна діяльність студентів має алгоритмічний характер, тобто виконується за правилами, інструкціями, приписами, шляхом кількарразового відтворення засвоєваних знань. При цьому використовується виконання лабораторних робіт, домашніх завдань, розрахунково-графічних робіт, різні види контролю та самоконтролю.

Метод проблемного викладу навчального матеріалу, коли викладач ставить проблему, формулює пізнавальне завдання на основі використання різних джерел, розкриває можливі способи його вирішення, порівнює різні точки зору, різні підходи. При цьому студенти не лише сприймають, усвідомлюють та запам'ятовують готову інформацію, але й аналізують логіку доказів та рух думки викладача.

Дослідницький метод, коли викладачем проводиться аналіз матеріалу, постановка проблем і завдань і короткий усний або письмовий інструктаж студентів, а студенти самостійно вивчають літературу, інші джерела інформації, ведуть спостереження та виміри й виконують інші дії пошукового характеру.

У процесі вивчення даної дисципліни застосовується потокова форма проведення лекційних занять з використанням роздаткового матеріалу, аудіозаписів та мультимедійних презентацій.



З метою активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів при проведенні лабораторних занять академічна група ділиться на дві підгрупи. Під час їх проведення застосовуються паперові та електронні версії методичних вказівок з виконання лабораторних робіт та відеоматеріали з мережі Інтернет.

3.2. Рекомендована література

Базова література

3.2.1. Полухін А.В. Електронна версія конспекту лекцій з дисципліни «Математичні моделі динамічних систем».

3.2.2. Краснопольський А.О., Полухін А.В., Шевченко О.П. Математичні моделі динамічних систем: Лабораторний практикум. Ч. 1. – К.: Вид-во НАУ, 2013. – 56 с.

3.2.3. Краснопольський А.О., Полухін А.В., Шевченко О.П. Математичні моделі динамічних систем: Лабораторний практикум. Ч. 2. – К.: Вид-во НАУ, 2013. – 64 с.

Допоміжна література

3.2.4. Полухін А.В., Бабич Я.О, Бочелюк А.О. Особливості заходу на посадку літака в режимах автоматичного та штурвального управління в умовах зсуву вітру. Збірник наукових праць «Проблеми інформатизації та управління». – Випуск 4 (60). – Київ: НАУ, 2017. – 98 с.

3.2.5. Полухін А.В., Закалата Д.Ю., Ляховський В. Про вплив завад у сигналі глісадної радіомаякової системи на точність автоматичного заходу літака на посадку. Науковий журнал «Наукоємні технології». – № 4 (44). Київ: НАУ, 2019. – 115 с.

3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1. <https://www.fccpi.nau.edu.ua>

3.3.2. <https://lib.nau.edu.ua/search/>

3.3.3. <https://scholar.google.com/citations?authuser=1&user=gUQsKXQAAAAJ>

4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ, УМІНЬ, НАВИЧОК ТА ІНШИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

4.1. Методи контролю та схема нарахування балів.

Рейтингова система оцінювання (PCO) передбачає визначення якості виконаної студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань, умінь, навичок та інших компетентностей шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного та семестрового контролю, з наступним переведенням оцінки за багатобальною шкалою в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS.

PCO передбачає використання поточної, контрольної, підсумкової модульної, підсумкової семестрової та підсумкової рейтингових оцінок.




Оцінювання набутих студентом знань, умінь, навичок та інших компетентностей з окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах та за національною шкалою відповідно до табл. 4.1, 4.2.

Таблиця 4.1

Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента
(денна форма навчання)

4 семестр				
Модуль №1		Модуль №2		Мах кількість балів
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
Виконання та захист лабораторної роботи №1.1	8	Виконання та захист лабораторної роботи №2.1	9	
Виконання та захист домашнього завдання	8	Виконання та захист лабораторної роботи №2.2	9	
Виконання та захист РГР №1	9	Виконання та захист лабораторної роботи №2.3	9	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше 16 балів</i>		Виконання та захист лабораторної роботи №2.4	9	
Виконання модульної контрольної роботи №1	15	Виконання та захист лабораторної роботи №2.5	9	
		<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №2 студент має набрати не менше 30 балів</i>		
		Виконання модульної контрольної роботи №2	15	
Усього за модулем №1	40	Усього за модулем №2	60	100
Усього за 4 семестр				100
5 семестр				
Модуль №3		Модуль №4		Мах кількість балів
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
Виконання та захист лабораторної роботи №3.1	9	Виконання та захист лабораторної роботи №4.1	9	
Виконання та захист лабораторної роботи №3.2	9	Виконання та захист лабораторної роботи №4.2	9	
Виконання та захист РГР №2	15	Виконання та захист лабораторної роботи №4.3	9	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №3 студент має набрати не менше 21 балу</i>		Виконання та захист лабораторної роботи №4.4	9	
Заохочення за своєчасне та якісне виконання робіт	1	<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №4 студент має набрати не менше 24 балів</i>		

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Математичні моделі динамічних систем»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 09.01.03-01-2022
		Стор. 19 із 22	

Виконання модульної контрольної роботи №3	15	Виконання модульної контрольної роботи №4	15	
Усього за модулем №3	49	Усього за модулем №4	51	100
Усього за 5 семестр				100

(заочна форма навчання)

5,6 семестри				
5 семестр		6 семестр		Мах кількість балів
Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	Вид навчальної роботи	Мах кількість балів	
Виконання та захист лабораторних робіт	40	Виконання та захист лабораторних робіт	40	
Виконання контрольних (домашніх) робіт	30 (2x15)	Виконання контрольних (домашніх) робіт	30 (2x15)	
Підсумкова семестрова контрольна робота	30	Підсумкова семестрова контрольна робота	30	
Усього за 5 семестр	100	Усього за 6 семестр	100	100

4.2. Виконаний вид навчальної роботи зараховується студенту, якщо він отримав за нього позитивну оцінку за національною шкалою (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою

Рейтингова оцінка в балах						Оцінка за національною шкалою
Виконання та захист лабораторної роботи		Виконання та захист домашнього завдання	Виконання та захист РГР		Виконання модульної контрольної роботи	
Модуль №1	Модулі №2-№4		№1	№2		
8	9	8	9	14-15	14-15	Відмінно
6-7	7-8	6-7	7-8	11-13	11-13	Добре
5	6	5	6	9-10	9-10	Задовільно
менше 5	менше 6	менше 5	менше 6	менше 9	менше 9	Незадовільно

4.3. **Поточна модульна рейтингова оцінка** складається з суми балів рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної навчальної роботи за певним модулем (виконання та захист лабораторних робіт, домашнього завдання, розрахунково-графічної робіт).

4.4. **Контрольна модульна рейтингова оцінка** складається з балів за результатами виконання модульної контрольної роботи за певним модулем.

Студент допускається до модульного контролю, якщо він успішно та своєчасно виконав передбачені в даному модулі всі види навчальної роботи (з позитивними за національною шкалою оцінками).



Модульний контроль здійснюється комісією, яку очолює завідувач кафедри, шляхом виконання студентом модульної контрольної роботи тривалістю до двох академічних годин.

4.5. **Підсумкова модульна рейтингова оцінка** визначається (в балах та за національною шкалою) як сума поточної та контрольної модульної рейтингових оцінок за певним модулем (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Відповідність підсумкової модульної рейтингової оцінки
в балах оцінці за національною шкалою

Модуль №1	Модуль №2	Модуль №3	Модуль №4	Оцінка за національною шкалою
36-40	54-60	44-49	46-51	Відмінно
30-35	45-53	37-43	38-45	Добре
24-29	36-44	30-36	31-37	Задовільно
менше 24	менше 36	менше 30	менше 31	Незадовільно

4.6. Модуль зараховується студенту, якщо він під час модульного контролю отримав позитивну (за національною шкалою) контрольну модульну рейтингову оцінку (табл. 4.2) та, відповідно, позитивну (за національною шкалою) підсумкову модульну рейтингову оцінку (табл. 4.3).

4.7. **Підсумкова семестрова рейтингова оцінка** з даної дисципліни, яка має форму семестрового контролю – диференційований залік, визначається як сума підсумкових модульних рейтингових оцінок у балах з її наступним перерахуванням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Відповідність підсумкової семестрової рейтингової оцінки
в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90-100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82 – 89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75 – 81	Добре	C	Добре (в цілому вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)



67 – 74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю помилок)
60 – 66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35 – 59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1 – 34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)

Підсумкова семестрова рейтингова оцінка (в балах, за національною шкалою та за шкалою ECTS) заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та індивідуального навчального плану студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./E** тощо.

4.8. Якщо студент має негативну (за національною шкалою) підсумкову семестрову рейтингову оцінку, то він вважається таким, що має семестрову академічну заборгованість з даної дисципліни.

Питання подальшого проходження студентом семестрового контролю у цьому випадку вирішується в установленому порядку.

4.9. **Підсумкова рейтингова оцінка** з дисципліни визначається як середньоарифметична оцінка з підсумкових семестрових рейтингових оцінок у балах (з даної дисципліни – за четвертий та п'ятий семестри) з наступним її переведенням в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS (табл. 4.4).

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома здобувача вищої освіти освітнього ступеня бакалавра та до інших документів.



(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки
1	03.02	11.04.22	Федоренко К. А.		

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності
1	Клишова А. С.	24.08.22		Ефективною
	за рішенням комісії протокол №10 від 24.08.22 ухвалено, що програма є актуальною для планів додвп			

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				