



МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
Харківський національний університет внутрішніх
справ


Кременчуцький льотний коледж
Відділення фахової підготовки
Циклова комісія Аеронавігації

ЗАТВЕРДЖЕНО

На засіданні циклової комісії
Аеронавігації
протокол № 1 від 28.08.2023
Голова циклової комісії

Світлана ДРОЗДОВА

ЗАГАЛЬНІ ЗНАННЯ ДИСТАНЦІЙНО ПЛОТОВАНИХ ПОВІТРЯНИХ
СУДЕН: АЕРОДИНАМІКА ТА ДИНАМІКА ПОЛЬОТІВ БЕЗПІЛОТНИХ
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ
Опис навчальної дисципліни

Циклова комісія	Циклова комісія аеронавігації https://klk.univd.edu.ua/uk/dir/153
Контактний телефон	+380980933566
E-mail	leps.nv.klk@gmail.com
ВИКЛАДАЧ	
	Тягній Володимир Григорович , професор навчального відділу, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник E-mail: tagnijvladimir@gmail.com
Назва освітньої (освітньо-професійної, освітньо-наукової) програми	Авіаційний транспорт (Оператор безпілотних літальних апаратів)
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти
Галузь знань	27 Транспорт
Спеціальність	272 Авіаційний транспорт
Статус дисципліни	Обов'язкова компонента освітньо-професійної програми

Мета вивчення дисципліни	<p>Метою вивчення дисципліни «Загальні знання дистанційно пілотованих повітряних суден: Аеродинаміка та динаміка польотів безпілотних літальних апаратів», є вивчення закономірностей руху рідини і газу, механічної та теплової взаємодії між середовищем і твердими тілами при їх відносному русі, фізичної сутності і природи виникнення аеродинамічних сил і моментів, залежність їх від фізико-механічних властивостей і фізичних параметрів середовища, умов руху з різними швидкостями, а також основ моделювання обтікання тіл з використанням газодинамічних особливостей.</p> <p>Першою задачею динаміки польоту є визначення траєкторії і закони руху ЛА при відомих силах і моментах, які діють на БПЛА.</p> <p>Другою задачею динаміки польоту є визначення величини та напрямки потрібних сил і моментів для забезпечення руху БПЛА по заданій траєкторії. Величини та напрямки аеродинамічних сил і характер руху ЛА залежать від дій пілота-оператора при керуванні БПЛА. Динаміка польоту дозволяє давати відповіді, який буде рух БПЛА при відомому законі керування ЛА пілотом-оператором і навпаки, який повинен бути закон керування для здійснення заданого руху ЛА. Таким чином, динаміка польоту дає теоретичні основи для обґрунтування техніки пілотування БПЛА.</p>
Завдання вивчення дисципліни	<p>Завданням дисципліни є оволодіння методами визначення:</p> <ul style="list-style-type: none"> - параметрів руху рідини і газу в аеродинамічних трубах і гідро каналах; - енергетичних характеристик руху рідини і газу; - умов обтікання твердих тіл рідинами і газами; - фізичної сутності взаємодії між середовищем і обтікаємими тілами, силових і енергетичних характеристик явищ обтікання; - особливостей руху рідини і газу в примежовому шарі. — діапазону зміни повздовжнього центрування БПЛА; — порядку розрахунку центрування при зміні варіанту навантаження ЛА;

	<ul style="list-style-type: none"> – порядку розміщення вантажу на фюзеляжі БПЛА; – балансування, стійкість та керованість БПЛА;. – поздовжнього балансування БПЛА; – бокового балансування БПЛА; – експлуатаційних факторів на характеристики поздовжнього балансування – експлуатаційних факторів на характеристики бокового балансування. – методики розрахунку дальності і тривалості польоту, необхідний запас палива для виконання польоту, часова і кілометрова витрата палива; – впливу основних експлуатаційних факторів на дальність і тривалість польоту. – особливостей зльоту і посадки, етапів і дистанції зльоту і посадки ЛА; – особливостей руху БПЛА; по землі і їх експлуатаційні обмеження.
Обсяг дисципліни в кредитах ECTS/годинах	Кількість кредитів ECTS- 3,5 (загальний обсяг 105 год.)
	3 них:
	- аудиторна робота: <u>86</u> год.
	- самостійна робота: <u>19</u> год.
Форми та види проведення навчальних занять	Форма навчання – денна Види навчальних занять: - лекції: <u>60</u> год.; - семінарські заняття: <u>0</u> год.; - практичні заняття: <u>26</u> год.
Самостійна робота	<i>Робота з навчальною літературою, нормативно- правовою базою: чи передбачене виконання контрольних робіт під час аудиторних занять чи поза аудиторними заняттями; виконання аналітично-розрахункових завдань, самостійне вирішення практичних задач, складання планів, програм, проектів тощо.</i>
Індивідуальні завдання	Реферат
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання (ноутбук, проектор), комп'ютерне забезпечення з виходом у мережу Інтернет.
Мова викладання	Українська
Контроль	Методи контролю: усний контроль, письмовий,

	<p>виконання Курсової роботи.</p> <p>Форми контролю: поточний контроль і підсумковий контроль у формі іспиту</p>
<p>Інтегральна компетентність, загальні компетентності (ЗК)</p>	<p>Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності у сфері авіаційного транспорту або у процесі подальшого навчання із застосуванням положень, теорій та методів природничих, технічних, інформаційних та соціально-економічних наук, що характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p>ЗК 03. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>ЗК 04. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні</p> <p>ЗК 09. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК 11. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p>
<p>Спеціальні (предметні, фахові) компетентності (СК)</p>	<p>СК 01: Здатність дотримуватися у професійній діяльності вимог міжнародних та національних нормативно-правових документів в галузі авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту та їх систем.</p> <p>СК 02: Здатність аналізувати об'єкти авіаційного транспорту та їх складові, визначати вимоги до їх конструкції, параметрів та характеристик.</p> <p>СК 03: Здатність здійснювати експериментальні дослідження та вимірювання параметрів та характеристик об'єктів авіаційного транспорту, їх агрегатів, систем та елементів.</p> <p>СК 04: Здатність розробляти та впроваджувати технологічні процеси, технологічне устаткування і технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації при виробництві, експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.</p>

	<p>СК 05: Здатність розробляти та впроваджувати у виробництво технологічні процеси будівництва, експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, оформлювати відповідну документацію, інструкції, правила та методики.</p> <p>СК 06: Здатність розробляти з урахуванням безпечних умов використання, міцнісних, естетичних, ергономічних і економічних параметрів технічні завдання і технічні умови на проектування об'єктів авіаційного транспорту, його систем та окремих елементів; складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення та організації робочих місць, розраховувати завантаження устаткування та показники якості продукції.</p> <p>ФК 07: Здатність аналізувати технологічні процеси виробництва й ремонту об'єктів авіаційного транспорту.</p> <p>СК 12: Здатність організовувати дію системи звітності та обліку (управлінського, статистичного, технологічного) роботи об'єктів та систем авіаційного транспорту, здійснювати діловодство, документування та управління якістю згідно нормативно-правових актів, інструкцій та методик.</p> <p>СК 13: Здатність аналізувати техніко-економічні та експлуатаційні показники об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів з метою виявлення та усунення негативних чинників та підвищення ефективності виробничого процесу</p> <p>СК 14: Здатність організовувати власну роботу, роботу підлеглих та підпорядкованих підрозділів відповідно до вимог охорони праці, техніки безпеки та протипожежної безпеки на об'єктах авіаційного транспорту при їх побудові, виробництві, експлуатації, технічному обслуговуванні та ремонті.</p>
--	--

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ЗА ТЕМАМИ

Тема № 1. «Основні поняття і співвідношення аерогідродинаміки. Фізико-механічні властивості і основні параметри рідин і газів».

Аеродинаміка, як наука і її складові частини. Основні поняття і визначення аерогідродинаміки, її складові частини. Вклад російських і українських вчених у розвиток аерогідродинаміки, як науки і розвиток вітчизняної авіації. Принципи польоту літальних апаратів, види і типи ЛА. Будова атмосфери Землі, її основні фізичні властивості і параметри, міжнародна стандартна атмосфера. Поняття про теоретичну, експериментальну і прикладну аеродинаміку. Загальні

відомості про рідину і гази. Фізико-механічні властивості і параметри рідин і газів. Гіпотеза суцільності середовища. Принципи зворотності руху і моделювання в аеродинаміці і їх практичне використання при проведенні досліджень. Поняття про аеродинамічні труби і гідролотки.

Тема № 2. «Основи кінематики рідини і газу».

Поняття потоку рідини і газу, види рухів і його основні властивості. Прямолінійна рівномірна течія потоку. Поняття про обертальний рух частинок рідини і газу. Теоретичні моделі моделювання течії навколо твердих тіл. Фізична картина обтікання твердих тіл потоком рідини і газу. Рівняння стану газового потоку і взаємозалежність фізичних параметрів рідини і газу. Рівняння нерозривності рухомого потоку. Рівняння збереження енергії рухомого потоку. Рівняння балансу енергії рухомого потоку. Практичне застосування рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі в аерогідрогазодинаміці. Алгоритми розрахунку фізичних параметрів потоку рідини і газу.

Тема № 3. «Фізична сутність газодинамічних особливостей. Теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу крила. Фізична сутність тертя в примежовому шарі

Загальні положення про течію в'язкої рідини і газу. Структура примежового шару. Градієнт швидкості по товщині примежового шару. Умови зміни структури примежового шару. Поняття про точку переходу ламінарної структури примежового шару в турбулентну. Фізична сутність числа Рейнольдса. Фізична сутність тертя в примежовому шарі. Ковзна напруга, сила тертя, алгоритм розрахунку коефіцієнтів тертя в залежності від структури течії в примежовому шарі. Коефіцієнти кінематичної і динамічної в'язкості. Фізична сутність відриву потоку в примежовому шарі при дозвукових швидкостях течії. Особливості обтікання циліндра потоком ідеальної і реальної рідини і газу. Сутність в'язкої кризи. Поняття про засоби і види керування примежовим шаром. Фізична сутність хвильового відриву в примежовому шарі, поняття про критичне число Рейнольдса.

Тема № 4. «Аеродинамічні характеристики профілю, крила і несучого гвинта»

Призначення і форми несучих поверхонь ПС. Поняття про профіль крила і несучого гвинта. Геометричні характеристики профілю і несучих поверхонь. Поняття про середню аеродинамічну хорду крила. Системи координат, що використовуються в аерогідрогазодинаміці. Діаграми розподілу нормального тиску по поверхні профілю, епюри тиску по хорді профілю крила. Центр тиску, аеродинамічний фокус і парабола стійкості профілю крила. Утворення повної аеродинамічної сили і результуючого аеродинамічного моменту. Алгоритм розрахунку коефіцієнтів аеродинамічних сил і моментів. Коефіцієнти аеродинамічних сил і моментів в проекціях на зв'язану і швидкісну вісі систем координат. Формули перерахунку коефіцієнтів аеродинамічних сил і моментів з швидкісної системи координат в зв'язану і навпаки. Залежність коефіцієнтів аеродинамічних сил від геометричних і кінематичних параметрів обтікання. Сила лобового опору, її складові частини, залежність їх від геометричних параметрів несучих поверхонь і кінематичних параметрів обтікання. Профільний опір, його фізична сутність і складові частини: опір тертя і опір тиску. Індуктивний опір і його фізична сутність. Хвильовий опір, його фізична сутність і залежність від геометричних і кінематичних параметрів. Фізична сутність впливу стисливості

середовища на аеродинамічні характеристики профілю крила. Залежність аеродинамічних коефіцієнтів підйомної сили і сили лобового опору від чисел Маха і Рейнольдса. Поняття про аеродинамічну якість і полярні діаграми I і II роду. Вплив стисливості середовища на аеродинамічну якість і полярну I роду. Поняття про підсмоктувальну силу профілю крила і полярну II роду, особливості побудови полярної діаграми II роду. Загальні відомості про керуючі поверхні крила, способи і види механізації крила. Характеристика засобів механізації крила і їх вплив на аеродинамічний коефіцієнт підйомної сили. Виконання і захист курсової роботи по розрахунку і побудові графіків аеродинамічних сил, аеродинамічної якості і полярних діаграм I і II роду згідно варіантів.

Тема № 5. «Аеродинамічні характеристики несучого гвинта вертольоту».

Призначення, класифікація, види і основні елементи несучого гвинта вертольоту. Основні відомості про несучі гвинти. Геометричні і кінематичні характеристики несучого гвинта. Основні режими роботи несучого гвинта вертольоту. Загальні поняття про імпульсну теорію гвинта. Визначення кінематичних параметрів і тяги несучого гвинта на різних режимах роботи НГ. Особливості обтікання НГ при вертикальному і косому режимах обтікання. Практичне використання імпульсної теорії при розрахунку тяги НГ. Вихрова теорія розрахунку кінематичних параметрів несучого гвинта вертольоту. Визначення індуктивних швидкостей від НГ вертольоту. Індуктивний взаємовплив лопатей НГ. Поняття про ідеальний гвинт і визначення витрат для реального НГ. Сили і моменти, що діють на лопаті НГ. Розгляд динаміки лопаті в площинах тяги і обертання НГ. Поняття про пружність і сутність флатеру лопатей НГ. Поняття про коефіцієнт корисної дії НГ. Динамічна аеропружність і міцність лопатей НГ. Моменти опору НГ і його залежність від режимів польоту. Необхідна потужність СУ і її розподіл на вертольоті. Фізична сутність небезпечних режимів навантаження лопатей НГ. Фізична сутність особливих режимів обтікання НГ: земний резонанс і “вихрове кільце”..

Тема № 6. «Рівновага, стійкість і керованість літальних апаратів.»

Поняття про повздовжню і бічну стійкість та керованість вертольоту. Схематизація руху вертольоту, рівняння руху вертольоту в польоті. Поняття стійкості і керованості вертольоту. Повздовжня стійкість і керованість вертольоту. Бічна стійкість і керованість вертольоту. Особливості балансування вертольоту. Застосування автоматичних пристроїв в системах керування вертольоту.

Тема № 7. «Усталений рух літальних апаратів»

Режими польоту вертольоту. Необхідна і наявна тяга та потужність НГ вертольоту. Режими вертикального польоту. Горизонтальний політ. Набір висоти по похилій траєкторії. Зниження по похилій траєкторії. Поняття і принципи розрахунку дальності і тривалості польоту. Необхідний запас палива для виконання польоту. Часова і кілометрова витрата палива. Дальність горизонтального польоту. Вплив основних експлуатаційних факторів на дальність і тривалість польоту.

Тема № 8. «Неусталений рух літальних апаратів»

Зліт і посадка, етапи і дистанції зльоту і посадки ЛА. Особливості руху вертольоту по землі і експлуатаційні обмеження. Особливості зльоту вертольоту і експлуатаційні обмеження. Особливості посадки вертольоту і експлуатаційні

обмеження.

**Програмні результати навчання
(ПРН)**

ПРН 03: Застосовувати сучасні інформаційні технології, технічну літературу, бази даних, інші ресурси та сучасні програмні засоби для розв'язання спеціалізованих складних задач авіаційного транспорту.

ПРН 06: Аналізувати і обґрунтовувати соціальну значущість професійної діяльності для сталого розвитку країни.

ПРН 09: Аналізувати основні історичні етапи розвитку предметної області спеціальності.

ПРН 10: Знати основні положення нормативно-правових та законодавчих актів України у сфері авіаційного транспорту, інструкцій та рекомендацій з експлуатації, ремонту та обслуговування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ПРН 11: Аналізувати побудову і функціонування об'єктів авіаційного транспорту, їх систем, елементів, фактори, що впливають на їхні характеристики та параметри.

ПРН 12: Визначати параметри об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів шляхом проведення вимірального експерименту з оцінкою його результатів.

ПРН 13: Знати основні технологічні операції, технологічне устаткування, технологічне оснащення, засоби автоматизації та механізації що використовуються в експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

ПРН 16: Виконувати розрахунок основних характеристик та параметрів технологічних процесів виробництва й ремонту об'єктів авіаційного транспорту.

**Критерії оцінювання результатів
навчання**

Оцінювання навчальної дисципліни проводиться за результатами поточного та підсумкового контролю:

- поточний контроль - 50 балів;
- підсумковий контроль - 50 балів.

Оцінка за поточний контроль складається

			з оцінювання аудиторної та самостійної роботи здобувача вищої освіти. Оцінка за аудиторну роботу визначається як середнє арифметичне балів, які ним отримані на семінарських заняттях (здобувач має отримати не менш 5 позитивних оцінок) з коефіцієнтом 5. Оцінка за самостійну роботу визначається як середнє арифметичне балів, які отримані здобувачем за: реферати, програми (здобувач має підготувати не менш 2 проектів) з коефіцієнтом 5. Підсумкові бали з навчальної дисципліни визначаються як сума балів, які отримані здобувачем протягом семестру, та балів, які набрані на підсумковому контролі (екзамені).
ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ: НАЦІОНАЛЬНА ТА ECTS			
Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
97-100	Відмінно («зараховано»)	А	«Відмінно» - теоретичний зміст курсу засвоєний цілком, потрібні практичні навички роботи з освоєним матеріалом сформовані, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані в повному обсязі, відмінна робота без помилок або з однією незначною помилкою
94-96			
90-93			
85-89	Добре («зараховано»)	В	«Дуже добре» - теоретичний зміст курсу засвоєний цілком, потрібні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, усі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання, виконані, якість виконання більшості з них оцінена числом балів, близьким до максимального, робота з двома-трьома незначними помилками
80-84			

75-79		C	«Добре» - теоретичний зміст курсу освоєний цілком, практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, всі навчальні завдання, які передбачені програмою навчання виконані, якість виконання жодного з них не оцінено мінімальним числом балів, деякі види завдань виконані з помилками, робота з декількома незначними помилками або з однією-двома значними помилками
70-74	Задовільно («зараховано»)	D	«Задовільно» - теоретичний зміст курсу засвоєний частково, але прогалини не несуть істотний характер, потрібні практичні навички роботи з освоєним матеріалом в основному сформовані, більшість передбачених програмою навчання навчальних завдань виконана, деякі з виконаних завдань містять помилки, робота з трьома значними помилками
65-69			
60-64		E	«Достатньо» - теоретичний зміст курсу засвоєний частково, деякі практичні навички роботи не сформовані, частина передбачених програмою навчання навчальних завдань не виконана або якість виконання деяких з них оцінено числом балів, близьким до мінімального, робота, що задовольняє мінімуму критеріїв оцінки
40-59	Незадовільно («не зараховано»)	FX	«Умовно незадовільно» – теоретичний зміст курсу засвоєний частково, потрібні практичні навички роботи не сформовані, більшість передбачених програм навчання, навчальних завдань не виконана, або якість їхнього виконання оцінено числом балів, близьким до мінімального; при додатковій самостійній роботі над матеріалом курсу можливе підвищення якості виконання навчальних завдань (з можливістю повторного складання), робота, що потребує доробки
21-40			
1-20		F	«Безумовно незадовільно» – теоретичний зміст курсу не освоєний, потрібні практичні навички роботи не сформовані, всі виконані навчальні завдання містять грубі помилки, додаткова самостійна робота над матеріалом курсу не приведе до значного підвищення якості виконання навчальних завдань, робота, що потребує повної переробки
Перелік питань, що виносяться на іспит			

- 1 Поняття про літальні апарати, принципи виникнення піднімальної сили і польоту ЛА.
- 2 Характеристика фізичної властивості речовини – в'язкість: динамічний і кінематичний коефіцієнти в'язкості, градієнт швидкості, фізичного параметру – температура середовища і поняття числа Рейнольдса.
- 3 Характеристика фізичної властивості речовини - стисливість і фізичних параметрів – число Мах і швидкість звуку.
- 4 Характеристика фізичних параметрів – тиск в середовищі і ковзна напруга.
- 5 Сутність гіпотези суцільності середовища, характеристика середовища за числом Кнудсена.
- 6 Принципи зворотності руху і моделювання потоку в аерогідрогазодинаміці.
- 7 Рівняння стану газового середовища і взаємозалежність фізичних параметрів.
- 8 Рівняння збереження енергії рухомого повітряного потоку.
- 9 Рівняння нерозривності рухомого потоку (*рівняння Л. Ейлера*).
- 10 Рівняння балансу енергії рухомого повітряного потоку (*рівняння Д. Бернуллі*).
- 11 Використання рівнянь Л. Ейлера і Д. Бернуллі для аналізу фізичної сутності виникнення підйомної сили і сили опору.
- 12 Рівняння Д. Бернуллі для газового потоку з урахуванням стисливості, його визначення і фізична сутність.
- 13 Критичний переріз, його сутність і визначення критичних параметрів потоку.
- 14 Рівняння Л. Ейлера з урахуванням стисливості, його фізична сутність.
- 15 Сопло Лавалю, залежність параметрів газового потоку від швидкості по довжині сопла Лавалю.
- 16 Теорема М. Є. Жуковського про підйомну силу: визначення, сутність і розрахункова формула.
- 17 Залежність коефіцієнта підйомної сили від кута атаки, її фізична сутність і характерні дільниці.
- 18 Сутність вихрової течії, характеристика основних параметрів вихрової течії: *напруга вихору, колова швидкість, циркуляція швидкості*.
- 19 Формула Біо-Савара, її сутність і застосування для нескінченних і напівнескінченних прямолінійних вихорів.
- 20 Сутність примежового шару, його характеристика і зміна основних параметрів по товщині шару.
- 21 Умови зміни структури примежового шару, режимів течії в ньому і сутність критичного числа Рейнольдса.
- 22 Фізична сутність і динаміка відриву потоку в примежовому шарі.
- 23 Розкрити фізичну сутність парадоксу Ейлера - Даламбера.
- 24 Сутність явища "в'язка криза", залежність коефіцієнта опору від числа Рейнольдса.
- 25 Взаємодія примежового шару і стрибків ущільнення, сутність хвильового відриву потоку.
- 26 Виникнення і розповсюдження слабих збурювань в рухомому середовищі при русі з швидкостями менше і більше швидкості звуку.
- 27 Виникнення і фізична сутність характеристик розширення потоку.
- 28 Фізична сутність виникнення стрибків ущільнення, їх види і форми.
- 29 Зміна нормальної складової швидкості потоку на стрибку ущільнення.

- 30 Фізична картина і особливості обтікання затуплених і ступінчатих конічних тіл.
- 31 Фізична сутність виникнення і розповсюдження звукового удару.
- 32 Сутність кута установки несучої поверхні, охарактеризувати поняття: геометрична, аеродинамічна і конічна скрутки несучих поверхонь.
- 33 Розкрити поняття: аеродинамічний центр тиску, парабола стійкості і аеродинамічний фокус.
- 34 Сутність виникнення результуючої (*повної*) аеродинамічної сили і вплив на її розмір і просторове положення геометричних, кінематичних і фізичних параметрів.
- 35 Сутність виникнення і просторового положення повного аеродинамічного моменту, його проекції на вісі систем координат, їх назва і правило знаків
- 36 Профільний опір, його фізична сутність, складові частини, вплив геометричних і кінематичних параметрів на його розмір і характер зміни.
- 37 Опір тертя, його сутність і вплив на його розмір геометричних і кінематичних параметрів профілю крила.
- 38 Опір тиску, його сутність і вплив на його розмір геометричних і кінематичних параметрів профілю крила.
- 39 Сутність індуктивного опору, вплив на його розмір кінематичних і геометричних параметрів профілю крила.
- 40 Фізична сутність хвильового опору, вплив стисливості середовища, його залежність від числа Маха.
- 41 Характеристика залежності коефіцієнта лобового опору від кута атаки в швидкісній і зв'язаній системах координат.
- 42 Охарактеризувати залежність коефіцієнтів піднімальної сили і сили лобового опору від числа Маха, визначити характерні дільниці на графіках.
- 43 Характеристика полярної діаграми I роду, особливості її побудови і практичного використання, характерні дільниці на графіку залежності $C_{xa} = f(\alpha)$.
- 44 Сутність полярної діаграми II роду, особливості її побудови, характеристика дільниць на графіку.
- 45 Призначення, види, класифікація і основні конструктивні елементи НГ.
- 46 Особливості обтікання НГ на режимах висіння і вертикальних переміщень.
- 47 Особливості обтікання НГ на режимах горизонтального польоту.
- 48 Фізична сутність режимів роботи НГ при зміні вертикальних швидкостей зниження вертольоту.
- 49 Характеристика сил і моментів, що діють на лопаті НГ вертольоту.
- 50 Характеристика махових рухів лопаті в площині тяги НГ і зміна основних кінематичних параметрів по азимутам.
- 51 Фізична сутність флатеру лопатей і конструктивні заходи щодо його усунення.
- 52 Фізична сутність "*земного резонансу*" і конструктивні заходи його усунення.
- 53 Особливості обтікання твердих тіл гіперзвуковим газовим потоком.
- 54 Особливості визначення аеродинамічних характеристик профілю крила при гіперзвукових швидкостях потоку.
- 55 Поняття про аеродинамічне нагрівання конструкцій ПС і засоби зниження нагрівання.
- 56 Особливості розрахунку підйомної сили и сили лобового опору в молекулярному потоці розрідженого газу.

- 57 Поняття про схему сил і моментів діючих на вертольоті
- 58 Поняття про усталений і не усталений польоти вертольоту
- 59 Поняття про статичну стійкість вертольоту
- 60 Поняття про демпфірування поведінки вертольоту
- 61 Поняття про керованість вертольоту: потужність і ефективність керування.
- 62 Поняття про поздовжню стійкість і керованість вертольоту.
- 63 Статичні характеристики стійкості по куту атаки.
- 64 Особливості керування вертольоту по куту атаки.
- 65 Особливості поздовжньої керованості вертольоту по швидкості польоту.
- 66 Поняття про поздовжній рух вертольоту.
- 67 Поняття про стійкість вертольоту по швидкості польоту.
- 68 Поняття про стійкість вертольоту по перевантаженості вертольоту.
- 69 Поняття про бокову стійкість і керованість вертольоту.
- 70 Статичні характеристики стійкості по куту ковзання (*шляхова стійкість*).
- 71 Статичні характеристики стійкості по куту крену (*поперечна стійкість*).
- 72 Загальні поняття про бокову стійкість вертольоту.
- 73 Особливості бічної керованості вертольоту.
- 74 Загальні поняття про балансування вертольоту.
- 75 Загальні поняття про бічне балансування вертольоту.
- 76 Використання автоматичних систем керування вертольотом.
- 77 Особливості пілотування вертольотом при автоматичній системі керування вертольотом.
- 78 Поняття про необхідну і розрахункову тягу і потужність НГ.
- 79 Характеристика необхідної потужності НГ.
- 80 Характеристика розрахункової потужності НГ.
- 81 Характеристика режимів вертикального польоту.
- 82 Умови і особливості виконання висіння.
- 83 Умови і особливості вертикального підйому вертольоту.
- 84 Умови і особливості вертикального зниження вертольоту.
- 85 Характеристика швидкостей горизонтального польоту: мінімальної, економічної, крейсерської і максимальної.
- 86 Поняття про діапазон швидкостей і висот польоту вертольоту.
- 87 Поняття про I і II режими постійного горизонтального польоту.
- 88 Умови і особливості виконання горизонтального польоту.
- 89 Особливості набору висоти по похилій траєкторії.
- 90 Особливості зниження по похилій траєкторії.
- 91 Умови і особливості виконання планування на РСНВ.
- 92 Поняття про розрахунковий запас палива для виконання польоту.
- 93 Поняття про годинниковий і кілометровий витрати палива.
- 94 Подовженість горизонтального польоту.

- 95 Вплив основних експлуатаційних факторів на дальність і тривалість польоту.
96 Особливості зльоту і посадки по - вертольотному.
97 Особливості зльоту і посадки по - літаковому.
98 Етапи і дистанції зльоту і посадки вертольоту.
99 Особливості руху вертольоту по землі і експлуатаційні обмеження.
100 Особливості посадки на режимі авторотації.
101 Особливості посадки вертольоту з боковим вітром.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Навчальна та наукова література:

1. Котельніков Г. Н., Мамлюк О. В., Аеродинаміка літальних апаратів. Підручник. -К.: Вища школа, 2002. – 255 с.
2. Навчальний посібник «Аеродинаміка та динаміка польоту вертольота». Частина I, «Аеродинаміка вертольота» / А. Г. Зінченко, О. О. Бурсала, О. Л. Бурсала та ін.; за заг. ред. А. Г. Зінченка. – Х.: ХНУПС, 2016.–402 с.: іл.
3. Навчальний посібник «Аеродинаміка та динаміка польоту вертольота». Частина II, «Динаміка польоту вертольота». / А. Г. Зінченко, І. Б. Ковтонюк, В. М. Костенко та ін.; за загальною редакцією В. М. Костенка та І. Б. Ковтонюка. – Х.: ХУПС, 2010. – 272 с.: іл.
4. Опорний конспект з навчальної дисципліни «Аеродинаміка, динаміка польоту та практична аеродинаміка». Частина I «Аеродинаміка вертольоту». Автор: Пчельников С. І.
5. Опорний конспект з навчальної дисципліни «Аеродинаміка, динаміка польоту та практична аеродинаміка». Частина II «Динаміка польоту». Автор: Пчельников С.І.
6. Аеродинаміка літальних апаратів: навчальний посібник /О.О. Бурсала. А. Г. Зінченко, Є. Ю. Іленко, І. Б. Ковтонюк, А. Л. Сушко – Х.: ХУПС, 2015. -333 с.: іл.
7. Лебідь В. Г., Миргород Ю. І., Аерогідрогазодинаміка. Підручник Х.: ХУПС, 2006. – 350 с.
8. Тягній В. Г., Ємець В. В., Основи аеродинаміки та динаміки польоту, частина I, Аерогідрогазодинаміка. Навчальний посібник, КЛК ХНУВС, 2022. – 384 с.

ДОДАТКОВА ЛІТЕРАТУРА З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Ковалев Е. Д., Удовенко В. А., Основи аеродинаміки і динаміка польоту легких вертольотів. Навчальний посібник. - Х.: КБ Аерокopter, 2008. – 280 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

<http://csm.kiev.ua/nd/nd.php?b=1>