



НАЗВА КУРСУ

СИСТЕМИ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Робоча програма навчального модуля (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Літаки і вертольоти</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>150 год.</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік</i>
Розклад занять	<i>В розкладі представлено згідно РНП лекції- 2 год. і 2 год. лабораторні роботи кожного тижня рівномірно протягом семестра</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доцент кафедри АРБ, к.т.н., Бондар Юрій Іванович. e-mail: bomis@meta.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=3259</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дана навчальна дисципліна призначена для надання студентам базових знань в галузі літакобудування – склад та особливості конструкції систем літальних апаратів з урахуванням умов їх експлуатації. Навчальна дисципліна належить до циклу базової підготовки та відіграє значну роль у підготовці фахівців у галузі літакобудування, закладаючи основні закони формування конструкцій авіаційних двигунів.

Мета навчальної дисципліни – набуття студентами теоретичних знань та практичного досвіду щодо особливостей формування сучасних авіаційних систем з урахуванням умов експлуатації літака.

Предметом дисципліни «Системи літальних апаратів» є вивчення структури та принципів функціонування систем ЛА.

В результаті опанування дисципліни здобувач вищої освіти отримує знання загальних принципів побудови конструкцій різних систем літальних апаратів; методів визначення основних характеристик та параметрів, побудови комп'ютерних моделей деталей та зборок за допомогою САД-систем. Також отримує вміння аналізувати технічні завдання, виконувати пошук прототипів та обирати найбільш оптимальні методи вирішення проектною задачі; визначати первинну структуру

механічних систем літальних апаратів; на підставі остаточних даних про деталі конструкції, яка відповідає вимогам стандартів та інших нормативних документів.

Важливою компонентною вивчення є досвід з реалізації реальних авіаційних конструкцій та їх систем проведення розрахунків основних параметрів, а також щодо особливостей складання та оформлення звітів, пояснювальних записок.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення цієї дисципліни вимагає наявності у студентів базових знань з навчальної дисципліни «Деталі машин та основи конструювання (8/II)», навчальних дисциплін з стандартизації та взаємозамінності (1/св), навчальних дисциплін з основ авіації і космонавтики та загальній будові ЛА(2/св)

Знання і вміння, які студенти отримують в процесі вивчення дисципліни «Конструкція двигунів ЛА» є однією з основ вивчення таких дисциплін як: «Проектування ЛА»(4/св), «Конструювання ЛА»(11/II).

3. Зміст навчальної дисципліни

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 75 годин/2,5 кредитів ECTS.

Теоретичний курс дисципліни складає 36 академічних годин і містить наступні розділи і теми:

РОЗДІЛ 1. Механічні системи.

Тема 1.1. Системи керування ЛА.

Тема 1.2. Протильодова система повітряних суден.

Тема 1.3..Паливна система повітряних суден.

Тема 1.4. Система кондиціонування та регулювання тиску повітря у гермокабіни літака.

Тема 1.5. Аварійно-рятувальні бортові системи

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. A Modern Course in Aeroelasticity: Third revised and enlarged edition / Dowell, Crawley/ Kluwer Academic Publishers Dordrecht / Boston / London , 1995 Kluwer Academic Publishers.
2. Advanced aircraft design : conceptual design, analysis, and optimization of subsonic civil airplanes / Egbert Torenbeek/ pages Includes bibliographical references and index/ SBN 978-1-118-56811-8 (cloth), 2013 Egbert Torenbeek All rights reserved 2013 John Wiley and Sons, Ltd.
3. Aerodynamics for Engineering Students, Fifth Edition / E.L. Houghton, P.W. Carpenter/ Fifth edition published by Butterworth-Heinemann 2003, Includes index. ISBN 0 7506 51 11 3
4. Aircraft Structures for engineering students, Fourth Edition/ T. H. G. Megson/ Linacre House, Jordan Hill, Oxford OX2 8DP, UK30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, First edition 2007
5. Aeroelasticity / Raymond Bisplinghoff, Robert Halfman / Cambridge publishing company, 1956.
6. Introduction to Aircraft Aeroelasticity and Loads /Jan R. Wright, Jonathan E. Cooper/ University of Liverpool, UK. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England, 2007
7. Aircraft Engine Design, Second Edition/ Jack D. Mattingly, William H. Heiser, David T. Pratt./ American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc.1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4344, 2002
8. Design and construction of a simple turbojet engine/Simon Fahlstrom, Rikard Pihl-Roos/ Amnesgranskare: Ken Welch, Handledare: Svante Andersson, ISSN: 1401-5757, TVE 16 075 September
9. Design and Manufacture of a mini-turbojet/ Francisco Miguel Ribeiro Proença Brójo/ Universidade da beira interior, engenhariacovilhã, Fevereiro de 2020.
10. The jet engine/The Technical Publications Department Rolls-Royce plc./ Derby, England, ISBN 0902121 235, 1986.
11. Теорія авіаційних двигунів./ В.П.Герасименко - Х. НАУ ім.Н.Є.Жуковського «Харківський авіаційний інститут», ХАІ, 2003р. -198с.

12. Теорія теплових двигунів: підручник / Ю.М.Терещенко, Л.Г.Бойко, С.О.Дмітрієв –К.: Вища школа, 2001,-382с.

1. <https://arb.kpi.ua>.

2. <http://iat.kpi.ua>

Обов'язковими для прочитання є розділи з наведеної базової літератури, що тематично відповідають лекційному матеріалу. Факультативними з додаткової літератури є джерела 3, 4, 5.

Додаткова література необхідна для проведення розрахункових робіт на лабораторних роботах.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на один семестр. Вона складається з лекцій, лабораторних занять, та самостійної роботи студента.

В лекційній частині курсу викладено конструкцію сучасних систем ЛА, їх елементів та підсистем, умови їх взаємозв'язку та взаємодії, а також принципи формування реальних авіаційних конструкцій з урахуванням умов їх експлуатації. Мекції є базою дисципліни, так як дає студенту відповідний об'єм знань щодо будови та роботи всіх систем ЛА, їх взаємозв'язку та взаємодії. Від ступеня засвоєння цього матеріалу визначається глибина знань студента щодо предмета вивчення. Перелік тем лекцій:

Лекція 1. Вимоги до систем керування ЛА та їх класифікація.

Лекція 2. Система прямого керування ЛА та її параметри.

Лекція 3. – Системи непрямого керування ЛА. Принципова схема непрямого керування.

Системи бустерного керування. Енергетична система,

Лекція 4. Вимоги до протильодової системи ЛА. Умови обмерзання. Метеорологічні та розрахункові умови.

Лекція 5. Системи захисту повітряних суден від обмерзання. Розрахунок проти льодової системи. Пневматичні, вібраційні, гідрофобні, теплові.

Лекція 6. Прилади індикації обмерзання та виміру температури повітря за бортом. Механічні, електричні, ізотопні індикатори обмерзання.

Лекція 7. Структура паливної системи. Призначення паливної системи. Вимоги до системи.

Лекція 8. Вимоги до паливної системи. Принципи побудови паливних систем.

Надійність, безпечність, місткість, технологічність, не агресивність. Магістралі палива до двигуна з паралельно, послідовно з'єднаними баками.

Лекція 9. Розрахунок паливних систем. Полумонтажна схема, різниця рівня розрахункових перетинів, кількість та форма арматури, розгалужень, з'єднань.

Лекція 10. Система аварійного зливу палива. Злив відстою з паливних баків.

Схеми аварійног зливу. Технічні характеристики клапанів.

Лекція 11. Вплив параметрів атмосфери на організм людини. Кисневий голод. Процес дихання людини. Зовнішні подразники. Компресія та декомпресія.

Лекція 12. Принципи побудови систем кондиціонування та регулювання тиску повітря в герметичній кабіні. Основи розрахунків системи кондиціонування.

Лекція 13. Пристрої та агрегати системи кондиціонування.

Лекція 14. Турбохолодильна установка. Температурний компенсатор. Датрики температури та витрат. Блоки керування. Електро-механічні розподільники.

Лекція 15. Бортові авіаційні засоби аварійної евакуації людей.Парашут. Крісло - катапульта. Система порятунку із захистом ліхтарем

Лекція 16. Система порятунку із захистом ліхтарем

Лекції 17. Робота крісла за штатною схемою. Перший стабілізуючий парашут з обертовим куполом.

Лекції 18. Бортові авіаційні засоби аварійного порятунку людей. Системи подачі кисню. Кисневі маски.

Головна мета лабораторних робіт – аналіз та закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях, визначення ступеню засвоєння матеріалу студентами та пояснення незрозумілих місць.

Типовий перелік лабораторних робіт:

Розділ 1. Механічні системи.

Тема 1.1. Системи керування ЛА.

Лр.№1. Дослідження технічного стану елементів конструкції системи керування літака.

Лр.№2. Аналіз конструкції і роботи системи основного керування літака Ан-24.

Лр.№3. Аналіз конструкції і принцип роботи системи поперечного керування літаком.

Тема 1.3. Паливна система повітряних суден.

Лр.№4. Сигналізатори присутності металевої стружки в маслі.

Тема 1.4. Система кондиціонування та регулювання тиску повітря у гермокабіни літака.

Лр.№5. Система кондиціонування Ан-24.

Тема 1.5. Аварійно-рятувальні бортові системи.

Лр.№6. Управління поворотом передньої опори.

Для підготовки до виконання лабораторних робіт використовуються методичні посібники до виконання лабораторних робіт, експлуатаційна документація на літаки і вертольоти.

6. Самостійна робота студента

Мета:

- навчити студента самостійної роботи над літературою, умінню вести пошук додаткових джерел інформації, умінню узагальнювати інформацію і доповідати;
- поширити та закріпити знання студента з тематики кожного розділу навчальних матеріалів дисципліни шляхом поглиблення знань з лекційного матеріалу, а також самостійне вивчення окремих тем.

Перелік питань відведених на самостійне відпрацювання

1. Класифікація системи керування ЛА. Вимоги до системи керування.
2. Конструктивні елементи системи прямого керування ЛА.
3. Механічні завантажувачі.
4. Схеми автоматизованих систем керування ЛА.
5. Демпфери коливання ЛА.
6. Схеми шасі літальних апаратів. Система керування прибиранням та випуском шасі.
7. Керування поворотом передньої опори.
8. Система запуску двигунів ЛА. Робота стартера.
9. Електричні і механічні стартери.
10. Схеми масляних систем силових установок ЛА.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій і лабораторних робіт є обов'язковим і здійснюється за затвердженням розкладом або згідно з індивідуальним планом здобувача вищої освіти. В разі пропущення з поважних причин лекцій студент опрацьовує відповідну літературу і викладає основні положення у короткому рефераті. Відпрацювання пропущених лабораторних робіт проводиться наприкінці семестру за окремим затвердженням графіком. На аудиторних заняттях мобільні телефони мають бути відключені. Складні моменти тем, що виносяться на лекції можуть доручатися здобувачам вищої освіти для підготовки коротких доповідей або дискусійних питань до обговорень з метою збільшення активності слухачів. Лабораторні роботи захищаються під час виконання чергової

лабораторної роботи у вигляді звітів з відповіддю на контрольні запитання. Пропущені лабораторні роботи проводяться і захищаються за окремим графіком в кінці семестру.

Використовуєть наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За участь в інститутській олімпіаді з дисципліни нараховується 5 балів, за роботу з удосконалення дидактичного матеріалу з дисципліни нараховується 5 балів, за активну участь в обговоренні складних тем +1...4 балів

За недопуск до лабораторного практикуму у зв'язку з незадовільним вхідним контролем при повторному відпрацюванням знімається 1 бал, за відсутність на лабораторному практикумі без поважних причин знімається 2 бали, відсутність на занятті без поважної причини: -1...-4 бал.

В разі визначення не самостійного виконання лабораторної роботи їх результати анулюються.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Поточний контроль: *експрес-опитування за темою заняття, контрольні роботи;*

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік; зарахування лабораторних робіт.

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт; семестровий рейтинг більше 60 балів.

2.1. Рейтингова система оцінювання результатів навчання:

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за :

- Лабораторні роботи
- Модульна контрольна робота;
- Залік.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 15.

Максимальна кількість балів дорівнює 10 балів x6 =60 балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 10;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 6...14;
- виконання, але немає звіту – 2..5;
- робота не виконувалась – 0.

2. Модульна контрольна робота

Ваговий бал – 20.

Максимальна кількість балів дорівнює 20 балів x2=40 балів.

Критерії оцінювання:

- повне виконання завдання – 20;
- виконання, але теоретичні знання недостатні – 1...19;
- робота не виконувалась – 0.

Штрафні та заохочувальні бали:

- творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів;
- відсутність пропусків лекцій без поважних причин: +2...4 бали;
- відсутність на занятті без поважної причини: -1...-4 бал.

Максимальна кількість заохочувальних балів дорівнює 10.

Розрахунок шкали (RD) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

RD = 60+ 40 = 100 балів.

Якщо наприкінці семестру після проходження всіх контрольних заходів з кредитного модулю студент отримав більше 60 рейтингових балів, а також виконав умови допуску до семестрового контролю з цього кредитного модулю, він отримує позитивну оцінку.

У разі, якщо сума рейтингових балів менша ніж 60, але виконані умови допуску до семестрової контролю з цього семестрового контролю, студент виконує на останньому за розкладом занятті залікову контрольну роботу. За бажанням, студент має право на участь у заліковій контрольній роботі з метою підвищення попередньої оцінки. Контрольне завдання цієї роботи складається з теоретичного питання, яке перевіряє знання теорії, та задачі, яке перевіряє практичні навички студента. Максимальна кількість балів, які нараховуються за контрольну роботу, дорівнює 100.

Теоретична частина.

- вільне володіння матеріалом, відповідь на усі додаткові питання – 50 балів;
- досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 40 балів;
- невпевнена відповідь на основне питання, неповні відповіді на додаткові питання – 30 балів;
- не має відповіді на основне питання – 0 балів.

Практична частина.

- впевнене та швидке вирішення задачі, вільне володіння інструментарієм, впевнені відповіді на додаткові питання – 50 балів;
- повне вирішення задачі, але неоптимальний програмний код – 40 балів;
- неповне вирішення задачі, труднощі у володінні мовою програмування – 30 балів;
- задача не вирішена – 0 балів.

Рейтингові бали, R	Оцінка за університетською шкалою
95–100	Відмінно
85–94	Дуже добре
75–84	Добре
65–74	Задовільно
60–64	Достатньо
< 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску до екзамену	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Визначення системи керування ЛА
2. Склад системи керування ЛА.
3. Основна СК ЛА.
4. Допоміжна СК ЛА.
5. Визначення автоматизованих СК ЛА.
6. Взаємозв'язок фізичних та психологічних навантажень на екіпаж в залежності від рівня складності СК ЛА.
7. Вимоги до СК ЛА.
8. Взаємозв'язок керованості та стійкості.
9. Канал повздовжнього керування.
10. Канал поперечного керування.
11. Канал колійного керування (курсу або рискання)
12. Класифікація системи керування повітряним судном.
13. Система прямого керування ЛА.

14. Контур системи прямого керування.
15. Командні важелі керування.
16. Величини переміщень КРУ
17. Максимальні зусилля для перевірки міцності елементів конструкції СК.
18. Залежність між зусиллям на КРУ і шарнірним моментом на кермі.
19. Схема нелінійної проводки керування з шестернею і зубчастим сектором.
20. Види проводки керування.
21. Конструктивні елементи систем прямого керування.
22. Диференціальна качалка.
23. Компенсаційна качалка в жорсткій проводці.
24. Міцність елементів проводки СК.
25. Експлуатаційні зусилля на КРУ при розрахунку на міцність згідно АП-25.
26. Системи непрямого керування повітряним судном.
27. Диференціальна качалка.
28. Оборотна схема з паралельною тягою.
29. Оборотна схема з диференціальним силовим циліндром.
30. Оборотна схема з нерухомою золотниковою коробкою.
31. Принцип дії літакових гідравлічних приводів статичного типу
32. Схема гідравлічного приводу обертального руху.
33. Схема гідравлічного приводу прямолінійно-поступательного руху.
34. Кінематична зв'язок між насосом і двигуном гідравлічного приводу.
35. Схема гідравлічного приводу з пневмогідравлічним акумулятором і клапаном автоматичного розвантаження насосу.
36. Тиск в гідравлічних системах літаків.
37. Призначення гідропневматичних акумуляторів.
38. Поршневі гідропневматичні акумулятори.
39. Мембранні гідропневматичні акумулятори.
40. Акумулятори сферичного (кульового) типу
41. Процеси стиску і розширення повітря в гідропневматичного акумуляторі
42. СКУ-система стійкості і керованості.
43. СКС-система кутовий стабілізації.
44. СТУ-система траєкторного керування.
45. Демпфери коливань повітряного судна
46. Датчики кутових швидкостей (ДУС).
47. Основні метеорологічні параметри обмерзання.
48. Температура хмар при обмерзанні
49. Залежність температури кристалізації крапель води від їх розмірів.
50. Співвідношення водності для хмар в різних географічних районах (тропіки, помірний пояс і полярний клімат) по температурі основи хмари.
51. Зміни середньої водності в залежності від протяжності зони обмерзання.
52. Квантиль повторюваності певної водності.
53. Залежність (по І.П.Мазіну) між водністю, температурою і квантилью повторюваності водності при заданій температурі.
54. Розмір крапель при обмерзанні.
55. Абсолютна вологість.
56. Відносну вологість.
57. Обледеніння частин літальних апаратів. Види і форми льодоутворення.
58. Вплив зледеніння на аеродинамічні характеристики літака
59. Способи боротьби з обмерзання.
60. Пневматичні протильдовики.
61. Електроімпульсна протильодова система.
62. Гідрофобні покриття.

63. Протильодові системи, засновані на фізико-хімічних способах.
64. Теплові протильодові системи.
65. Електричні ПОС.
66. Повітряно-теплові ПОС. Постійний обігрів поверхні.
67. Повітряно-теплові ПОС. Циклічний обігрів поверхні.
68. Повітряно-теплові ПОС. Схеми протильодовиків.
69. Варіанти конструктивного виконання каналів повітряно-теплового протильодової системи.
70. Особливості електричного обігріву скла.
71. Струменевий захист лобового скла.
72. Протильодовики газотурбінних двигунів
73. Обігрів лопаток СА.
74. Вимоги, що пред'являються до сигналізаторів обледеніння.
75. Принципи роботи сигналізаторів обледеніння.
76. Серійний сигналізатор СО-4А.
77. Механічний сигналізатор з обертовим циліндром.
78. Радіоактивний сигналізатор обмерзання РІО-2А.
79. Сигналізатор обледеніння СБ
80. Електричний термометр опору з камерою повного гальмування.
81. Електричний термометр «критичної» температури.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцентом кафедри АРБ, к.т.н., Бондарем Юрієм Івановичем.

Ухвалено кафедрою АРБ (протокол № 10 від 16.06.23)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТ (протокол №6 від 22.06.20232)