



Основи конструкції літальних апаратів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технології виробництва літальних апаратів
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ECTS
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор, практичні заняття: к.т.н., доцент Борис Руслан Степанович, 097 235 65 66, Viber? Telegram, boris_ruslan@ukr.net , @boris ruslan
Розміщення курсу	https://ecampus.kpi.ua , сайт кафедри ТВЛА https://classroom.google.com/c/NjAxOTQwOTg4OTg2?cjc=kdtpklo

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 формування сучасних авіаційних конструкцій 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 авіаційних конструкцій.

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

Предметом дисципліни «Основи конструкції літальних апаратів» є конструкція літального апарату, його частин та систем, особливості їх формування, взаємозв'язки та взаємодія.

В результаті опанування дисципліни здобувач вищої освіти отримує знання загальних принципів побудови конструкцій різних класів літальних апаратів; методів розробки конструкторської документації та побудови комп'ютерних моделей деталей та зборок за допомогою САД-систем.

Також отримує уміння аналізувати технічні завдання, виконувати пошук прототипів та обирати найбільш оптимальні методи вирішення проектної задачі; визначати первинну структуру механічної конструкції літального апарата та попередні значення жорсткісних параметрів її елементів; на підставі остаточних даних про деталі конструкції, створювати, за допомогою САД-

систем, їх 3D-моделі та розробляти технічну документацію, яка відповідає вимогам стандартів та інших нормативних документів.

Важливою компонентою 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.

Фахові компетентності:

ФК14. Здатність розрізняти конструкції літальних апаратів, їх агрегатів та систем, визначати силові схеми навантаження деталей та вузлів літальних апаратів.

ФК15. Здатність ідентифікувати необхідні фізико-механічні властивості агрегатів, вузлів та деталей літального апарату в залежності від їх призначення та умов експлуатації.

Результати навчання:

РН21. Знати та вміти обчислювати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетнокосмічної техніки.

РН22. Знати та вміти визначати первинну структуру конструкції літального апарата та попередні значення жорсткісних параметрів її елементів; на підставі остаточних даних про деталі конструкції, створювати, за допомогою САД-систем їх 3D-моделі та розробляти технічну документацію, яка відповідає вимогам стандартів та інших нормативних документів.

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 з технології конструкційних матеріалів, опору матеріалів, матеріалознавства, навчальних дисциплін з інженерної та комп'ютерної графіки. Набуті в результаті вивчення дисципліни знання та навички мають бути застосовані студентами при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін «Авіаційне матеріалознавство», «Процеси складання вузлів, агрегатів та виробів», «Технології виготовлення деталей із композиційних матеріалів» та інших.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика ЛА.

Тема 1.1. Класифікація ЛА. Вибір матеріалу конструкції. Застосування композиційних матеріалів.

РОЗДІЛ 2. Навантаження та довговічність.

Тема 2.1. Сили, що діють на літак в польоті.

Тема 2.2. Довговічність

РОЗДІЛ 3. Конструкція крила.

Тема 3.1. Навантаження, що діють на крило.

Тема 3.2. Конструкційні схеми крил.

Тема 3.3. Особливості конструкції стрілоподібних крил.

Тема 3.4. Механізація крила.

РОЗДІЛ 4. Оперення

Тема 4.1. Призначення та особливості

Тема 4.2. Навантаження.

РОЗДІЛ 5. Фюзеляж.

Тема 5.1. Призначення та його основні особливості.

Тема 5.2. Силові елементи.

Тема 5.3. Навантаження.

РОЗДІЛ 6. Злітно-посадкові пристрої.

Тема 6.1. Шасі.

РОЗДІЛ 7. Керування літаком.

Тема 7.1. Основні поняття, призначення.

РОЗДІЛ 8. Силові установки.

Тема 8.1. Склад силової установки.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Бойко А. П. Конструкція літальних апаратів [текст] / А. П. Бойко, О. В. Мамлюк, Ю. М. Терещенко, В. М. Цибенко; за ред. Ю. М. Терещенка. – К. : Вища освіта, 2001. – 383 с.

2. Технологія виробництва літальних апаратів : підруч. для студ. вищ. навч. закл.: у 2-х кн. Кн. 2. Технологія складання літальних апаратів / Ю. М. Терещенко, Л. Г. Волянська, К. А.

Животовська, В. М. Король, М. С. Кулик, А. П. Кудрін, О. В. Мамлюк, В. В. Панін. - К. : Книжк. вид-во НАУ, 2006. - 491 с. - укр.

3. Технологія літакобудування : підручник: у 2 ч. Ч. 1. Типові технологічні процеси виготовлення деталей літальних апаратів / А. П. Кудрін, М. С. Кулик, Г. М. Зайвенко, Л. Г. Волянська, В. В. Панін. - К. : НАУ-друк, 2009. - 368 с. - Бібліогр.: 29 назв. - укр.

4. Технологія літакобудування : у 2 ч. Ч. 2. Типові технологічні процеси складально-монтажних робіт та випробувань при виготовленні літальних апаратів / А. П. Кудрін, М. С. Кулик, Г. М. Зайвенко, К. А. Животовська, І. А. Гриценко; ред.: М. С. Кулик. - Київ, 2012. - 303 с. - Бібліогр.: с. 296 - укр.

5. Кривцов В. С. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки: підручник [текст] / В. С. Кривцов та ін. – Х. : ХАІ, 2002. – 714 с.

Додаткова література:

6. Механіка руйнування і міцність матеріалів : довід. посіб. / під заг. ред. В. В. Панасюка ; [НАН України, Фіз.-мех. ін-т ім. В. Г. Карпенка]. — Львів : Сполом, 2005— . — 24 см. — ISBN 978-966-665-493-2.

7. Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О. П. Осташ, В. М. Федірко, В. М. Учанін [та ін.] ; ред.: О. П. Осташ, В. М. Федірко. — 2007. — 1066 с. : іл., табл. — Парал. тит. арк. англ. — Частина тексту парал.: укр., англ. — Бібліогр. в кінці розд. — Б. т. — [ISBN 978-966-665-498-7](https://doi.org/10.1016/j.978-966-665-498-7)

8. Авіаційні правила України. Частина 21 «Сертифікація повітряних суден, пов'язаних з ними виробів, компонентів та обладнання, а також організацій розробника та виробника» АПУ-21 (Part-21).

9. Гребеников, А.Г. Методология интегрированного проектирования и моделирования сборных самолетных конструкций [Текст]: монография / А.Г. Гребеников. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2006. – 532 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

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

В лекційній частині курсу викладено конструкцію сучасних літаків, їх елементів та систем, умови їх взаємозв'язку та взаємодії, а також принципи формування реальних авіаційних конструкцій з урахуванням умов їх експлуатації. Тематика розділів 1 – 8 є базою дисципліни, так як дає студенту відповідний об'єм знань щодо будови та роботи всіх частин літака, їх взаємозв'язку та взаємодії. Від ступеня засвоєння цього матеріалу визначається глибина знань студента щодо предмета вивчення. Перелік тем лекцій:

Лекція 1. Динаміка розвитку авіаційного транспорту, його безпечність та ефективність.

Лекція 2. Структура літака та призначення його частин.

Лекція 3-4. Класифікація літальних апаратів.

Лекція 5 Основні вимоги до конструкції літака і матеріалів

Лекція 6. Навантаження на літак та їх нормування. Поняття про перевантаження. Методи розрахунку на міцність.

Лекція 7. Статична та динамічна міцність. Принципи проектування конструкції з урахуванням втоми.

Лекція 8. Призначення та основні елементи крила.

Лекція 9. Робота крила під навантаженням. Оцінка силових параметрів.

Лекція 10. Основні конструктивно-силові схеми крил та їх характеристики.

Лекція 11. Силові елементи крила.

Лекція 12. Лонжеронні та кесонні (моноблочні) крила.

Лекція 13. Стрілоподібне крило та його особливості. Трикутні та поворотні крила.. Носки, обтічники та залізи.

Лекція 14. Роз'єми крила. Оцінка навантажень на стикувальні вузли і з'єднання

Лекція 15. Класифікація рухомих частин крила. Типи механізації.

Лекція 16. Механічна система: щитки, закрилки, передкрилки, гальмівні щитки, інтерцептори, гасники підйомної сили.

Лекція 17. Органи керування літаком. Аеродинамічна компенсація і вагове балансування.

Лекція 18. Призначення оперення та вимоги до нього, форма типи та розташування

оперення. Конструкція стабілізатора і кіля. Рулі.

Лекція 19. Класифікація навантажень. Навантаження на горизонтальне та вертикальне оперення. Побудова епюр сил і моментів. Особливості розрахунку оперення на міцність.

Лекція 20. Деформації і коливання частин планера літака

Лекція 21. Призначення та вимоги до фюзеляжу. Зовнішня форма.

Лекція 22. Конструктивно-силові схеми. Конструктивно-силові схеми фюзеляжу літаків.

Лекція 23. Конструкція та робота силових елементів. Використання монолітних та пошарових конструкцій.

Лекція 24. Кабіни. Конструкція з'єднань фюзеляжу. Особливості силових та гермошпангоутів

Лекція 25. Класифікація навантажень. Побудова епюр сил і моментів. Розрахунок на міцність перерізів та силових шпангоутів фюзеляжу.

Лекції 26. Призначення, основні вимоги та схеми шасі. Навантаження на шасі. Конструктивно-силові схеми.

Лекції 27. Амортизаційні пристрої шасі. Опорні елементи та гальма.

Лекції 28. Призначення та склад злітно-посадкових пристроїв, стійкість та прохідність літака під час руху аеродромом. Розрахунок злітно-посадкових характеристик

Лекція 29. Призначення та вимоги до системи керування. Командні важелі та проводка керування.

Лекція 30. Призначення, розташування силових установок. Гондоли двигунів. Конструкція та навантаження вузлів кріплення двигунів.

В рамках курсу запланована модульна контрольна робота.

Проведення практичних занять повинно допомогти студентам більш глибоко засвоїти теоретичний матеріал. Під час практичних занять студенти закріплюють отримані знання з конструкції літака та його елементів і систем. Мета практичних занять – закріпити у студентів певні навички щодо особливостей формування авіаційних конструкцій (в тому числі їх складових частин) в залежності від їх призначення.

Типовий перелік практичних занять:

1. Загальна конструкція літаків та гелікоптерів (тема 1.1).
2. Конструктивно-силові схеми крил
3. Силові елементи крила літака (тема 3.2).
4. Злітно-посадкова механізація крил літаків (тема 3.4).
5. Конструктивно-силові особливості горизонтального та вертикального оперення літаків (тема 4.1).
6. Конструктивно-силові особливості фюзеляжів літаків (тема 5.1).
7. Конструктивно-силові особливості шасі літаків (тема 6.1).
8. Системи управління літаків (тема 7.1).
9. Гідравлічна, паливна, протиобліднювальна та масляна системи літаків (теми 3.4 і 8.1).
10. Відсіки розміщення двигунів на літаках (тема 8.1).
11. Кабіна екіпажу. Пілотажно-навігаційне обладнання кабіни пілота (тема 5.1).
12. Стикові роземи агрегатів літака технологічні лючки, ілюмінатори, рампа.

Для підготовки до практичних занять використовуються методичні посібники, експлуатаційна документація на літаки.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

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. Норми міцності, жорсткості та випробування літака.
2. Характеристика повторних навантажень.
3. Передача навантажень крила на його конструктивних елементів і їх характеристик.
4. Особливості роботи елементів крила.
5. Стикові вузли крила.

6. Призначення та конструкція закрилка.
7. Алгоритм розрахунку оперення на міцність
8. Призначення силових шпангоутів та їх конструкційні особливості.
9. Особливості перевірного та проектувального розрахунків.
10. Порядок розрахунку елементів кріплення на міцність.
11. Інші системи літака.

Політика та контроль

1. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Модульна контрольна робота проводиться з метою виявлення знань студентів з основних розділів дисципліни. Основні цілі контрольних робіт – контроль за поточним засвоєнням знань, атестація студентів та ін. Результати контрольних робіт враховуються в рейтинговій системі оцінювання результатів навчання.

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

Шкала PCO кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді екзамену, формується як сума вагових балів контрольних заходів, проведених протягом семестру RC та вагового балу з екзамену RE

$$R=RC+ RE$$

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

шість відповідей (кожного студента в середньому) на практичних заняттях;

захист трьох тем на практичних заняттях;

модульна контрольна робота, яка розбивається на дві по одній академічній годині;

відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –2.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює:

$$2 \text{ бали} \times 6 = 12 \text{ балів}$$

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті –

2 бали. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Захист чотирьох тем

Ваговий бал –7.

Максимальна кількість балів:

$$7 \text{ балів} \times 4 = 28 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання:

7 балів – повне розкриття питань з теми, яка захищається;

5 бали – помилка з окремих питань, але студент показує розуміння теми;

4 бали – суттєві помилки з питань, які виносяться на контроль;

0 балів – незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 4 бали)

3. Модульний контроль

Ваговий бал –10.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи:

$$10 \text{ балів} \times 2 = 20 \text{ балів}$$

Критерії оцінювання:

«відмінно» – 10 балів – повне розкриття всіх питань, які винесені на контрольну роботу;

«добре» – 8 балів – на 75% питань (серед них обов'язково головні) дано повні відповіді, на 25% часткові;

«задовільно» – 6 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки;

«незадовільно» – 0 балів – незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»).

Штрафні та заохочувальні бали за:

відсутність на практичному занятті без поважних причин – 1 бал;

участь у олімпіадах з дисципліни, участь у конкурсах робіт, підготовка рефератів та оглядів

робіт від 5 до 10 балів;

Сума як штрафних так і заохочувальних балів не має перевищувати 10.

Максимальна сума балів стартової складової дорівнює 60. Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R, RE = 40 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RC = 12+28+20 = 60 \text{ балів}$$

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 30 = 15$ балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10-9 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8-7 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

– «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів;

– «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 17-15 балів;

– «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів;

– «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована розрахункова робота	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доц. Руслан БОРИС

Ухвалено кафедрою ТВЛА (Протокол № 21 від 26.06.2024р.)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (Протокол № 11 від 28.06.2024р.)