

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Проектування літаків і вертольотів» (№ 103)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

О.Г. Гребеніков

(ініціали та прізвище)

« 30 » 08 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Конструювання елементів авіаційної техніки

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: **13 «Механічна інженерія»**
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: **134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»**
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: **«Літаки і вертольоти»**
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: **перший (бакалаврський)**

Харків 2021 рік

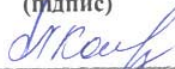
Робоча програма «Конструювання елементів авіаційної техніки»
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
освітньою програмою «Літаки і вертольоти»

«30» 08 2021 р., – 210 с.

Розробник: к.т.н., доцент, зав. каф. № 103 Гуменний А.М.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)  (підпис)

Розробник: д.т.н., професор, професор каф. № 103 Рябков В.І.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)  (підпис)

Розробник: к.т.н., доцент, доцент каф. № 103 Капітанова Л.В.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)  (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 103
проектування літаків та вертольотів
(назва кафедри)

Протокол № 2 від «30» 08 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент  А.М. Гуменний
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника			Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти			Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)		
Кількість кредитів (семестри):			Галузь знань 13 «Механічна інженерія» (шифр і найменування)			Цикл професійної підготовки за вибором студента		
6-й	7-й	8-й						
8	4,5	3						
Кількість модулів – 3			Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» (код і найменування)			Навчальний рік:		
Кількість змістових модулів – 6						2021/2022		
Індивідуальне завдання _____ (назва)						Семестр		
Загальна кількість годин – 168/465			Освітня програма «Літаки і вертольоти» (шифр і найменування)			6-й	7-й	8-й
						Лекції, годин		
						32	32	–
Кількість тижневих годин для денної форми навчання, годин: 6-й семестр аудиторних – 64; самостійної роботи студента – 176, 7-й семестр аудиторних – 64; самостійної роботи студента – 71, 8-й семестр аудиторних – 24; самостійної роботи студента – 66			Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)			Практичні, семінарські, годин		
						–	–	24
						Лабораторні, годин		
						32	32	–
						Самостійна робота, годин		
						176	71	66
						Вид контролю		
						модульний контроль		Диф. залік
іспит	іспит							

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 152/313.

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: метою вивчення навчальної дисципліни «Конструювання елементів авіаційної техніки» є засвоєння студентами знань про особливості роботи й взаємодії деталей, вузлів агрегатів при дії навантажень, про сучасні методики конструювання та проектування елементів конструкцій і вузлів агрегатів літаків і вертольотів з умови мінімуму маси та з урахуванням заданого ресурсу.

Завдання: основними завданнями вивчення дисципліни «Конструювання елементів авіаційної техніки» є отримання студентами знань про сучасні методи проектування та конструювання елементів конструкцій та вузлів крила, оперення, фюзеляжу, шасі, системи керування (лонжеронів, стрингерів, нервюр, кронштейнів, обшивки, шпангоутів, стикових вузлів, панелей, тяг системи керування, качалок, підносів, амортизаторів і т.п.) з умови мінімуму маси, а також принципи й правила раціонального конструювання в авіабудуванні, проектування рознімних і не рознімних з'єднань.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК 1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК 2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК 3. Креативність, ініціативність, підприємливість та здатність працювати в команді.
- ЗК 4. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- ЗК 6. Внутрішня потреба до цілеспрямованого поліпшення професійних знань та навичок на протязі навчання та професійної діяльності.

Фахові компетентності спеціальності (ФК):

- ФК 2. Здатність опису взаємодії тіл між собою, а також з газовим і гідравлічним середовищем на підставі базових знань в основних розділах фізики, механіки, електростатики, електродинаміки, оптики, аерогідродинаміки.
- ФК 3. Здатність постановки та рішення задач проектування параметрів виробів і процесів їх виробництва;
- ФК 4. Здатність робити оцінку навантаження на конструктивні елементи виходячи з умов їх експлуатації;
- ФК 5. Здатність розрахунку елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, у тому числі з композиційних матеріалів використовуючи знання у галузі механіки та міцності матеріалів та конструкцій.
- ФК 6. Проектувати основні конструктивні елементи АКТ (лонжерони, обшивку, нервюри тощо);

- ФК7. Проводити кваліфікований вибір класу матеріалів для деталей і виробів авіакосмічної техніки на підставі знання основ будови металів та неметалів та методів модифікації їх властивостей.

Програмі результати навчання:

- ПРН 1. Здатність до математичного та логічного мислення, знання основних понять, ідей і методів фундаментальної математики та вміння їх використовувати під час розв'язання конкретних завдань
- ПРН 3. Знання основ будови металів та неметалів та методів модифікації їх властивостей та проводити кваліфікований вибір класу матеріалів для деталей і виробів авіакосмічної техніки;
- ПРН5. Нормування навантаження на агрегати ЛА використовуючи технічне завдання, схеми компонування, технічну та довідкову літератури, ЕОМ згідно з типовими методиками розрахунків
- ПРН 6. Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Результати навчання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- принципи та правила раціонального конструювання в літако- та вертольотобудуванні;
- основні етапи проектування об'єктів АКТ;
- методики проектування та конструювання елементів авіаційних конструкцій мінімальної маси;
- методики проектування елементів конструкції та вузлів з урахуванням заданого ресурсу;
- методики вибору конструкційних матеріалів;
- методики вибору конструктивно-силових схем крила, оперення, кермових поверхонь, фюзеляжу, шасі, системи керування;
- документальний склад конструкторського проекту, конструкторську та експлуатаційну документацію;

вміти:

- грамотно, з урахуванням існуючих рекомендацій вибирати:
 - конструкційний матеріал;
 - конструктивно-силові схеми крил, оперення, кермових поверхонь, елеронів, фюзеляжу, шасі;
 - конструктивно-силові схеми механізації, системи керування;
- проводити проектувальні розрахунки елементів конструкцій і вузлів агрегатів літаків і вертольотів за критерієм мінімальної маси;
- здійснювати раціональне конструювання деталей і вузлів планера;

– урахувати при проектуванні деталей технологічні способи їхнього виготовлення.

Міждисциплінарні зв'язки: курс пов'язаний з дисциплінами «Інженерні основи авіаційної та ракетно-космічної техніки», «Загальна будова авіаційно-ракетної та космічної техніки», «Конструювання агрегатів авіаційної техніки», «Загальне проектування літаків та вертольотів», «Інтегроване проектування літаків та вертольотів».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1.

Загальні питання конструювання елементів авіаційної техніки

Тема 1. Вступ. Мета й завдання курсу. Вимоги до конструкцій літаків і вертольотів. Загальні питання конструювання елементів авіаційної техніки.

Визначення та завдання конструювання. Вимоги, пропоновані Авіаційними правилами (АП) до конструювання елементів літака (вертольоту). Зміст і значення конструювання на головних етапах створення літака (вертольота): попереднє проектування, ескізне проектування, робоче проектування. Завдання, які необхідно послідовно вирішувати на етапах попереднього, ескізного й робочого проектування, відповідно.

Особливості й проблеми проектування і конструювання. Шляхи подолання проблем. Рівняння існування літака. Зв'язок характеристик літака і його маси. Мінімальна маса літака – основа забезпечення високих льотно-технічних характеристик. Роль і завдання конструктивно-силового компонування. Закон «квадрата – куба» та проблеми оптимізації силової конструкції деталей, вузлів агрегатів літака (вертольота). Вплив рівня проектування силової конструкції, двигуна й силової установки на злітну масу літака.

Економічна оцінка проектних і конструкторських рішень. Метод градієнтів для оцінки СТК. Вартісні еквіваленти зміни маси, швидкості, опору, аеродинамічної якості й ресурсу. Використання масового еквівалента вартості для визначення величини наведених витрат і оцінки доцільності модифікації конструкції при одночасній зміні маси й вартості агрегату.

Тема 2. Концепції, принципи та правила раціонального конструювання в літако- та вертольотобудуванні.

Класифікація принципів і правил раціонального конструювання в літакобудуванні.

Принцип максимальної економічної ефективності. Групи правил реалізації цього принципу: мінімальна вартість розробки й проектування,

мінімальна вартість у серійному виробництві, мінімум витрат в експлуатації. Напрямки й способи досягнення цих правил.

Принцип мінімуму маси конструкції. Основні правила реалізації цього принципу: правило «ледаря»; раціональний вибір розрахункових навантажень; керування навантаженням; сполучення функцій деталями, вузлами й агрегатами; відповідність форми поперечних перерізів елементів навантаженню; максимальне рознесення мас. Організація попереднього напружено-деформованого стану; правило рівномірності і його основні аспекти (рівність руйнуючих зусиль для всіх елементів у послідовному ланцюзі передачі навантаження, рівність руйнуючих зусиль для одного елемента при розтяганні при різних видах його руйнування (розрив, зріз, зминання), рівність руйнуючих зусиль для одного елемента при роботі на стиск у вигляді рівності напруг різної форми втрати стійкості, балки рівного опору, рівномірність завантаження в багаторядних з'єднаннях); бажаних видів деформацій; монолітності, місцевого посилення; правило «культури» конструювання і його аспекти.

Принцип аеродинамічної досконалості. Правила реалізації цього принципу: найвигідніше аеродинамічне компонування, мінімум показника аеродинамічного опору ($C_x \cdot S$) (створення конструкцій з мінімальною площею міделя; відсутність деталей, що виступають у потік; досконалість аеродинамічних форм; відсутність паразитних перетікань і зривів повітряних потоків); енергетична досконалість аеродинаміки літака; забезпечення найвигіднішої інтерференції; зменшення опору тертя, мінімального зсуву фокуса; забезпечення достатньої жорсткості конструкції.

Принцип виробничо-технологічної досконалості. Вибір найбільш простих заготівель, розумне призначення точності, членування, використання відкритих малок, що легко обробляють матеріалів, цільноштампованих, литих, монолітних панелей і деталей, забезпечення зручних підходів при складанні.

Принцип експлуатаційної досконалості. Основні правила реалізації цього принципу: зручність монтажу, демонтажу й обслуговування літака (вертольота), можливість експлуатації літака в різних кліматичних умовах, ремонтпридатність і експлуатаційна технологічність, економія палива.

Принцип живучості й забезпечення заданого ресурсу. Правила реалізації цього принципу: раціональний вибір матеріалу, раціональної організації НДС (зменшення рівня напружень, зменшення діючих напружень, що розтягують, використання радіального натягу, зменшення концентрації напруг, рознесення концентраторів і перенесення їх у зону малих або переважно стискальних напружень, збільшення зусилля стиску пакета зрізного з'єднання), зниження інтенсивності фреттинг-корозії, правило пластичних деформацій.

Додаткові правила для забезпечення максимальної живучості – безпечного руйнування: множинність шляхів передачі навантаження (статично невизначені системи, обшивки, що працюють, дублювання, резервування), правило «слабкої ланки», використання обмежників руйнування (титанові

стрічки на монолітних панелях, використання збірних конструкцій, членування монолітної конструкції на секції й ін.).

Тема 3. Основи проектування елементів конструкцій з урахуванням довговічності й ресурсу.

Причини підвищеної уваги й ресурсу й довговічності деталей, вузлів і агрегатів авіаційних конструкцій. Причини руйнування елементів під дією змінних у часі навантажень і проблеми забезпечення довговічності й ресурсу. Параметри навантаження. Теоретичний коефіцієнт концентрації, його залежність від геометрії концентратора, рівня навантаження елемента, завантаженості з'єднань і наявності натягу в них. Крива Веллера. Границя витривалості по симетричному й пульсуючому циклі.

Ефективні коефіцієнти концентрації. Поняття ефективних коефіцієнтів концентрації, їхня залежність від асиметрії циклу навантаження, від типу концентратора, стану поверхні, рівня навантаження й довговічності. Оцінка довговічності елементів, виконаних з алюмінієвих сплавів. Оцінка довговічності елементів конструкції, виконаних зі сталей. Розрахунок довговічності при випадковому навантаженні. Лінійна теорія підсумовування втомного пошкодження.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2.

Конструювання елементів та вузлів крила і оперення

Тема 1. Вибір матеріалів для елементів конструкцій.

Властивості матеріалів. Вимоги, пропоновані при розтяганні, зрушенні, крутінні, поздовжньому й поперечному вигині, під дією змінних у часі навантажень. Порівняльні характеристики конструкційних матеріалів. Поняття питомої міцності й питомої твердості. Вибір конструкційних матеріалів. Алюмінієві сплави. Магнієві сплави. Титанові сплави. Леговані й малолеговані сталі. Теплостійкі авіаційні конструкційні сталі. Композиційні матеріали (КМ).

Тема 2. Конструювання з'єднань елементів авіаційних конструкцій.

Типи рознімних з'єднань. Нерухливі, малорухомі й рухливі з'єднання, особливості й проектування. Типи нероз'ємних з'єднань.

Заклепувальні з'єднання, їхні типи й вимоги. Особливості конструкції й технології виконання заклепувальних з'єднань. Особливості проектування й розрахунку. Способи підвищення ресурсу й герметичності заклепувальних з'єднань. (Конструктивні, технологічні, конструктивно-технологічні.)

Болтові з'єднання. Їх особливості, переваги й недоліки болтових з'єднань. Особливості роботи, конструювання й розрахунку серйозних з'єднань і з'єднань, що працюють на відрив. Розрахунок групи з'єднань при додатку навантаження, за рахунок зміщення вісі передачі навантаження відносно центру мас. Способи підвищення ресурсу болтових з'єднань.

Зварені з'єднання, особливості їхнього виготовлення й застосування, вимоги до них, рекомендації із застосування, проектні розрахунки з'єднань встик і навхлист. Переваги й недоліки зварних з'єднань. Клейові з'єднання, їхні переваги й недоліки, вибір основних параметрів з'єднань. Особливості з'єднань елементів конструкцій із КМ (композиційні матеріали).

Тема 3. Конструювання елементів і вузлів крила й оперення.

Конструювання лонжеронів. Конструктивно-міцносні та технологічні особливості лонжеронів. Проектування поясів балкових лонжеронів мінімальної маси. Алгоритм вибору параметрів стислого й розтягнутого поясів. Проектування стінок лонжеронів мінімальної маси, алгоритм розрахунку. Особливості проектування з'єднань пояса лонжерона з обшиванням і стінкою.

Конструювання нервюр. Конструктивно-міцносні та технологічні особливості нервюр. Нормальні нервюри, їхньої функції, характер навантаження, розрахункова схема. Визначення реакцій нервюри, побудова епюр внутрішніх сил (Q , $M_{кр}$). Вибір параметрів балкових нервюр. Особливості проектування поясів і стінки. Посилені нервюри, проектування поясів і стінок.

Конструювання кронштейнів навішення кермових поверхонь і елеронів. Функції кронштейнів і їхні конструктивно-технологічні особливості, характер навантаження, розрахункова схема, побудова епюр зусиль. Вибір параметрів пояса й стінки кронштейна. Розрахунок з'єднання кронштейна із силовими нервюрами й стінкою лонжерона крила (оперення).

Модульний контроль.

Модуль 2.

Змістовий модуль 1.

Конструювання стикових вузлів та панелей крила, оперення і фюзеляжу

Тема 1. Конструювання стикових вузлів та панелей крила і оперення.

Конструювання панелей. Функції панелей. Типи панелей по конструкції й способам виготовлення. Збірні панелі, їхні типи. Переваги й недоліки збірних панелей. Проектування збірних панелей. Вибір конструкції стрингерів. Їхні функції й конструктивно-технологічні особливості. Несучу можливість стрингерів. Конструювання обшивань крила. Їхньої функції, навантаження й робота. Вибір товщини обшивання. Типи з'єднань, вимоги до з'єднань.

Монолітні панелі. Способи одержання монолітних панелей. Переваги й недоліки монолітних панелей. Проектування монолітних панелей мінімальної маси. Вибір відстані між нервюрами. Алгоритм проектувального розрахунку.

Багатошарові конструкції, їхні переваги й недоліки. Шляхи підвищення масової ефективності тришарових конструкцій.

Конструювання стикових вузлів крила й оперення. Конструктивні особливості стикових вузлів. Їхній типи конструктивне виконання для випадків крапкового й контурного стику. Проектування й розрахунок болтів вушок вильчатого стикового вузла. Алгоритм проектувального розрахунку стикових

вузлів з горизонтальними й вертикально розташованими болтами. Особливості конструкції й розрахунок стикових вузлів кесонних і моноблочних крил.

Тема 2. Конструювання елементів і вузлів фюзеляжу.

Призначення, функції, навантаження, розрахункова схема. Проектувальний розрахунок балочно-стрингерного фюзеляжу: товщина обшивки, шаг, тип і площі стрингерів. Конструктивно-міцнісні особливості нормальних шпангоутів. Проектувальні розрахунки нормальних шпангоутів: висота й товщина стінки, ширина й товщина полки. Посилені шпангоути: призначення, функції, навантаження, конструктивні особливості. Розрахункова схема, визначення внутрішніх зусиль і визначення параметрів. Вибір форми й розмірів елементів конструкції рамних шпангоутів з умови мінімуму маси. Алгоритм проектувального розрахунку. Стикові шпангоути. Конструювання відповідних вузлів для крила, оперення та шасі.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2.

Конструювання елементів та вузлів шасі літаків і вертольотів

Тема 1. Вибір та обґрунтування схеми і типу шасі.

Призначення, функції. Завдання проектування. Вибір компонованих схем шасі. Вибір основних геометричних параметрів шасі. Вибір числа опор і коліс. Кінематичні схеми збирання - випуску шасі. Зовнішні навантаження, що діють на шасі. Вибір конструктивно-силових стояків шасі. Визначення основних параметрів рідинно-газових амортизаторів. Проектування елементів і вузлів конструкції шасі з урахуванням втомленості та зносу.

Розглядання різноманітних схем шасі (з хвостовою або з носовою опорою, велосипедної схеми), аналізування їх переваг і недоліків. Вибір геометричних параметрів різноманітних схем (положення основних, носових або хвостових стоек шасі відносно центру мас, вибір продовжної та поперечної баз з урахуванням типу літака, та його ВПХ, та висоти центру мас від поверхні ВПП).

Тема 2. Визначення навантажень на основні і допоміжні стійки. Підбір колеса.

Розглядання розрахункових випадків, які рекомендовані нормами міцності та АП. Визначення навантажень, які діють вертикально, вздовж літака (вертольота) та вбік з урахуванням швидкості переміщення в вертикальній та горизонтальній площинах, типа літака, та його ваги.

Тема 3. Вибір та обґрунтування конструктивно-силової схеми шасі.

Типи конструктивно-силових схем шасі, їх переваги та недоліки. Вибір КСС з урахуванням навантажень та розміщення шасі, його компоновки (крило, фюзеляж), з урахуванням того, чи убираться, чи не убираться стойка шасі у польоті.

Тема 4. Визначення потрібної енергоємності амортизаторів стояків шасі. Вибір та обґрунтування типа амортизатора і визначення його енерго-силових та конструктивних параметрів.

Визначення кількості кінетичної енергії, яку треба ввібрати при приземленні літака. Розподіл цієї енергії між основними та допоміжними стойками. Далі розподіл енергії між пневматиками та амортизаторами. Розрахунок ходу амортизатора та його діаметру з урахуванням його типу, положення на опорі, та типу підвіски колеса (ричажна, напівричажна та інш.).

Тема 5. Проектувальний розрахунок елементів конструкції шасі з урахуванням утоми і зносу.

Проектування вузлів навіски шасі. Проектування з'єднань елементів конструкції шасі між собою. Проектування з урахуванням степені їх рухомості та утоми та зносу.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 3.

Конструювання елементів та механізмів системи керування літаком і вертольотом

Вимоги АП к проектуванню систем керування літаками і вертольотами.

Призначення, функції. Основна й додаткова системи керування. Завдання проектувальних розрахунків. Кінематичний розрахунок системи керування. Проектування лінійних елементів авіаційних конструкцій. Проектування тяги, з огляду на умови міцності й резонансних коливань, деформацій проводки, впливу нагрівання. Способи боротьби з деформаціями елементів системи керування. Гнучка проводка, особливості конструкції, переваги й недоліки. Конструювання качалок і втулок системи керування.

Тема 1. Призначення, функції та вимоги до системи керування літаків і вертольотів.

Тема 2. Кінематичний розрахунок системи керування.

Тема 3. Визначення навантажень, діючих на елементи конструкції системи керування і побудова епюр зусиль.

Тема 4. Проектувальний розрахунок елементів конструкції системи керування (командних важелів, тяги, качалки та інш.).

Тема 5. Особливості проектування елементів конструкції гнучкої проводки системи керування.

Модульний контроль.

Модуль 3.

Змістовий модуль 1.

Виконання курсового проекту на теми: «Конструювання елементів і вузлів механічного каналу основного керування» або «Конструювання елементів та вузлів стійки шасі».

4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Загальні питання конструювання елементів авіаційної техніки					
Тема 1. <i>Вступ. Мета й завдання курсу. Вимоги до конструкцій літаків і вертольотів. Загальні питання конструювання елементів авіаційної техніки</i>	24	2	–	–	25
Тема 2. <i>Концепції, принципи та правила раціонального конструювання в літако-та вертольотобудуванні</i>	28	6	–	–	25
Тема 3. <i>Основи проектування елементів конструкцій з урахуванням довговічності й ресурсу</i>	28	2	–	–	26
Модульний контроль	2	2	–	–	–
Разом за змістовним модулем 1	82	12	–	–	76
Змістовний модуль 2. Конструювання елементів та вузлів крила і оперення					
Тема 1. <i>Вибір матеріалів для елементів конструкції</i>	28	2	–	4	26
Тема 2. <i>Конструювання з'єднань елементів авіаційних конструкцій</i>	28	4	–	6	18
Тема 3. <i>Конструювання елементів і вузлів крила й оперення</i>	70	12	–	22	56
Модульний контроль	2	2	–	–	–
Разом за змістовним модулем 2	128	20	–	32	100
Усього годин	210	32	–	32	176
Модуль 2					
Змістовний модуль 1. Конструювання стикових вузлів та панелей крила, оперення і фюзеляжу					
Тема 1. <i>Конструювання стикових вузлів та панелей крила і оперення авіаційної техніки</i>	14	6	–	6	12
Тема 2. <i>Конструювання елементів і вузлів фюзеляжу</i>	20	8	–	6	12

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
Модульний контроль	2	2	–	–	–
<i>Разом за змістовним модулем 1</i>	36	16	–	12	24
Змістовний модуль 2. Конструювання елементів та вузлів шасі літаків і вертольотів					
Тема 1. <i>Вибір та обґрунтування схеми і типу шасі</i>	10	4	–	4	4
Тема 2. <i>Визначення навантажень на основні і допоміжні стійки. Підбір колеса</i>	12	4	–	8	2
Тема 3. <i>Вибір та обґрунтування конструктивно-силової схеми шасі</i>	10	2	–	6	4
Тема 4. <i>Визначення потрібної енергоємності амортизаторів стояків шасі. Вибір та обґрунтування типу амортизатора і визначення його енерго-силових та конструктивних параметрів</i>	16	6	–	6	6
Тема 5. <i>Проектувальний розрахунок елементів конструкції шасі з урахуванням утоми і зносу</i>	17	6	–	10	8
Модульний контроль	2	2	–	–	–
<i>Разом за змістовним модулем 2</i>	67	24	–	34	24
Змістовний модуль 3. Конструювання елементів та механізмів системи керування літаком і вертольотом					
Тема 1. <i>Призначення, функції та вимоги до системи керування літаків і вертольотів</i>	4	2	–	–	6
Тема 2. <i>Кінематичний розрахунок системи керування</i>	8	4	–	4	4
Тема 3. <i>Визначення навантажень, діючих на елементи конструкції системи керування і побудова епюр зусиль</i>	4	2	–	6	2
Тема 4. <i>Проектувальний розрахунок елементів конструкції системи керування (командних важелів, тяги, качалки та інші.)</i>	8	4	–	4	6

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
Тема 5. <i>Особливості проектування елементів конструкції гнучкої проводки системи керування</i>	6	2	–	4	5
Модульний контроль	2	2	–	–	–
Разом за змістовним модулем 3	32	16	–	18	23
Усього годин	135	32	–	32	71
Модуль 3					
Змістовний модуль 1. Курсовий проект					
Виконання курсового проекту на теми: «Конструювання елементів і вузлів механічного каналу основного керування» або «Конструювання елементів та вузлів стійки шасі»	90	–	24	–	68
Разом за змістовним модулем 1	90	–	24	–	68
Усього годин	90	–	24	–	68

5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено програмою</i>	
2		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Виконання курсового проекту на теми: «Конструювання елементів і вузлів механічного каналу основного керування» або «Конструювання елементів та вузлів стійки шасі» (модуль 3, 8-й семестр)	90 (ауд. 24; сам. роб. 68)
	Разом	90

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Змістовий модуль 2 (6-й семестр)		
1–2	Вибір конструкційних матеріалів	4
3–5	Конструювання з'єднань елементів авіаційних конструкцій	6
6–9	Конструювання лонжеронів	8
10–13	Конструювання нервюр крила	8
14–15	Конструювання кронштейнів навіски елеронів і кермових поверхонь	4
16	Автоматизований вибір відстані між вузлами навіски рухомих частин крила і оперення	2
	Разом за 6-й семестр	32
Модуль 2		
Змістовий модуль 1 (7-й семестр)		
1–2	Конструювання стикових вузлів	4
3–5	Конструювання панелей крила	6
6	Конструювання силових шпангоутів	2
Змістовий модуль 4 (7-й семестр)		
7–10	Вибір типу і розробка силової та кінематичної схем шасі	8
11–14	Визначення навантажень на стійки шасі та підбір коліс	8
15–19	Конструювання амортизаторів шасі	10
20–23	Конструювання шарнірного дволанкового шасі	8
Змістовий модуль 5 (7-й семестр)		
24–27	Розробка кінематичної схеми керування	8
28–32	Конструювання елементів системи керування	10
	Разом за 7-й семестр	64

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Модуль 1	
	Змістовий модуль 1	
1	Склад та структура, зміст і значення конструювання на головних етапах створення авіаційної техніки (попереднє проектування, ескізне проектування, робоче проектування)	25
2	Зміст принципів виробничо-технологічної та експлуатаційної досконалості	25
3	Процес втомного руйнування, та його характеристики. Поняття про ефективні коефіцієнти концентрації напружень у елементах конструкції	26
	Змістовий модуль 2	
4	Сучасні композиційні матеріали та їх застосування при проектування та конструюванні елементів авіаційної техніки	26
5	Типи з'єднань, котрі використовуються при конструюванні елементів авіаційної техніки. Комбіновані з'єднання	18
6	Конструктивно-силові схеми несучих поверхонь авіаційної техніки, особливості їх вибору залежно від типу літального апарату. Особливості конструювання вузлів несучих поверхонь.	56
	Модуль 2	
	Змістовий модуль 1	
7	Типи панелей та стикових вузлів на сучасних літальних апаратах. Особливості їх конструювання в залежності від типу та призначення авіаційної техніки	12
8	Типи панелей та стикових вузлів в конструкціях фюзеляжу сучасних літальних апаратів. Особливості їх конструювання в залежності від типу та призначення авіаційної техніки	12
	Змістовий модуль 2	
9	Типи шасі сучасних літальних апаратів	4
10	Вибір типів пневматиків в залежності від призначення та базування літальних апаратів	2
11	Вибір КСС шасі в залежності від злітно-посадкових характеристик ЛА	4
12	Типи амортизаторів, котрі використовуються в шасі сучасної авіаційної техніки	6

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
13	Види зносу в з'єднаннях елементів конструкції шасі	8
Змістовий модуль 3		
14	Типи та склад сучасних систем керування ЛА	6
15	Кінематичні схеми систем керування сучасних літальних апаратів	4
16	Види навантажень на елементи механічних каналів керування	2
17	Конструктивні особливості командних важелів в кабіні екіпажу	6
18	Типи та геометричні характеристики тросової проводки, котра використовується в системі керування ЛА	5
Змістовий модуль 6		
19	Особливості конструювання елементів і вузлів механічного каналу основного керування та елементів та вузлів стійок шасі	68
	Разом	313

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Модуль 1		
Змістовий модуль 2		
1	Розрахунково-графічна робота: конструювання лонжерону крила	—
Модуль 2		
Змістовий модуль 1		
2	Розрахунково-графічна робота: конструювання стиснутих панелей крила.	—
Модуль 3		
Змістовий модуль 1		
2	Курсовий проект на теми «Конструювання елементів і вузлів механічного каналу основного керування» або «Конструювання елементів та вузлів стійки шасі»	—

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники) та ведучими авіаційними організаціями, користування матеріалами мережі Internet та

електронними матеріалами розміщеними на сайті кафедри, проведення першого туру олімпіади по спеціальності.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспитів та захисту курсових проектів.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	—	—	—
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...10	6	0...60
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Усього за 6-й семестр			100
Модуль 2			
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	2	0...10
	0...4	1	
Модульний контроль	0...5	2	0...10
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Змістовний модуль 3			
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...10	2	0...20

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модульний контроль	0...10	2	0...20
Усього за 7-й семестр			0...100
Модуль 3			
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист курсового проекту	0...100	1	0...100
Усього за 8-й семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, з максимальною кількістю балів за одне запитання 50 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- принципи та правила раціонального конструювання в літако- та вертольотобудуванні;
- основні етапи проектування об'єктів АКТ;
- методики проектування та конструювання елементів авіаційних конструкцій мінімальної маси;
- методики проектування елементів конструкції та вузлів з урахуванням заданого ресурсу;
- методики вибору конструкційних матеріалів;
- методики вибору конструктивно-силових схем крила, оперення, кермових поверхонь, фюзеляжу, шасі, системи керування;
- документальний склад конструкторського проекту, конструкторську та експлуатаційну документацію;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- грамотно, з урахуванням існуючих рекомендацій вибирати:
 - конструкційний матеріал;
 - конструктивно-силові схеми крил, оперення, кермових поверхонь, елеронів, фюзеляжу, шасі;
 - конструктивно-силові схеми механізації, системи керування;
- проводити проектувальні розрахунки елементів конструкцій і вузлів агрегатів літаків і вертольотів за критерієм мінімальної маси;
- здійснювати раціональне конструювання деталей і вузлів планера;
- урахувати при проектуванні деталей технологічні способи їхнього

ВИГОТОВЛЕННЯ.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

Відмінно (90 - 100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх.

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсової роботи (проекту).

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до <u>40</u>	до <u>40</u>	до <u>20</u>	100

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

Конспекти лекцій та література, котра знаходиться в бібліотеці, методичному кабінеті та в електронному вигляді на сервері кафедри проектування літаків та вертольотів (перелік приводиться нижче у розділі 14 даної програми).

14. Рекомендована література

Базова:

1. Кривцов, В.С. Конструкция самолетов и вертолетов [Текст]: учебник / В.С. Кривцов, Л.А. Малащенко, В.Л. Малащенко, С.В. Трубаев. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 366 с.
2. Разработка аванпроекта самолета [Текст]: учеб. пособие / А.К. Мялица, Л.А. Малащенко, А.Г. Гребеников и др. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2010. – 233 с.
3. Общее проектирование вертолетов / В.С. Кривцов, Я.С. Карпов, Л.И. Лосев. – Учебник. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2003. – 344с.
4. Лосев, Л.И. Разработка аванпроекта вертолета [Текст]: учеб. пособие / Л.И. Лосев, А.Г. Гребеников, Л.Р. Джемилев и др. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2012. – 324 с.

5. Проектування шасі літаків. Підручник з грифом "Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту" [Текст] Підручник / В.І. Рябков, В.А. Трофимов, В.Н. Павленко та др. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського "ХАІ" 2011 – 340 с
6. Рябков, В.И. Устройство и выбор параметров шасси самолетов [Текст]: учеб. пособие / В.И. Рябков, В.А. Трофимов, В.Н. Павленко и др. – Х. : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 344 с.
7. Евсеев, Л.А. Расчет на прочность крыла большого удлинения [Текст]: учеб. пособие / Л.А. Евсеев – Х. : Харьк. авиац. ин-т, 1985. – 106 с.
8. Евсеев, Л.А. Расчет шасси самолета на прочность [Текст]: учеб. пособие / Л.А. Евсеев, К.В. Миронов, П.А. Фомичев. – Х. : Харьк. авиац. ин-т, 1988. – 100 с.
9. Л.В. Капитанова, В.Н. Николаенко, А.А. Редько, В.Н. Рябков, С.В. Трубаев, Т.П. Цепляева Проектирование лонжеронов крыла самолета. – Харьков.: Нац. аэрокосм. ун-т "Харьк. авиац. ин-т", 2006. - 72с.
10. Малащенко Л.А., Рябков В.И. Кобылянский А.А., Лебединский А.Г., Синькевич М.В. Проектирование деталей, узлов и агрегатов самолета (уч. пособие по лабораторному практикуму).- Харьков: ХАИ, 1987, 102 с.
11. Арсон Л.Д., Рябков В.И., Цепляева Т.П. Проектирование лонжеронов (уч. пособие) Харьков: ХАИ, 1981, 67 с.
12. Арсон Л.Д., Клименко В.Н., Пехтерев В.Д. Проектирование сжатых панелей Харьков: ХАИ, 1980, 32 с.
13. Федотов М.Н., Рябков В.И., Панасенко Б.А. Проектирование элементов авиационных конструкций. — Харьков: ХАИ, 1987, 86 с.

Допоміжна:

1. Арсон Л.Д., Рябков В.И., Кобылянский, А.А. Проектирование узлов крыла. Харьков:, 1969, 32 с.
2. Арсон Л.Д., Лебединский А.Г. Редько А.А. Проектирование силовых шпангоутов (уч. пособие). — Харьков: ХАИ, 1978, 44 с.
3. Гребеньков О.А. Конструкция самолетов. — М.: Машиностроение, 1984, 240 с.
4. Гребеников А.Г., Арсон Л.Д. Вопросы проектирования срезных болтовых соединений крыла с учетом выносливости. – Харьков: ХАИ, 1981. 112 с.
5. Гайдачук Б.Е., Карпов Я.С. и др. Проектирование соединений элементов конструкции л.а. из (КМ).- Харьков: ХАИ, 1983, 103 с.
6. Зайцев В.Н., Рудаков. В.Л. Конструкция и прочность самолетов. — Киев,
7. Вища школа, 1976. 487 с.
8. Федотов М.Н. Конструирование соединений элементов самолетных конструкций (уч. пособие). Харьков: ХАИ, 1973. 72 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Сайт кафедри проектування літаків та вертольотів <http://k103.khai.edu/uk/>.
2. Сервер кафедри проектування літаків та вертольотів.
3. Ресурси мережі Internet