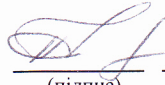


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
“Харківський авіаційний інститут”
Кафедра Міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Керівник проектної групи

 П.О. Фомичов
(підпис) (ініціали та прізвище)

«___» _____ 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Переддипломний курс

Галузь знань: _____ 13 Механічна інженерія _____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальності: _____ 131 Прикладна механіка, _____
(код та найменування спеціальності)

Освітні програми: _____ Динаміка та міцність машин, _____
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

Робоча програма Переддипломний курс

(назва дисципліни)

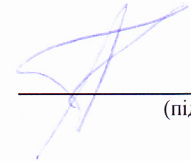
для студентів за спеціальністю 131 Прикладна механіка

освітніми програмами Динаміка та міцність машин,

« 27 » серпня 2020 р., – 10 с.

Розробник: доцент, к. т. н. В.М. Онищенко

(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри міцності літальних апаратів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 31 » серпня 2020 р.

Завідувач кафедри д. т. н., професор

(наукова ступінь та вчене звання)


(підпис)

П. О. Фомичов
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування Показників	Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисциплі- ни
		Денна форма навчан- ня
Кількість кредитів – 5,5	<u>Галузь знань</u> 13 Механічна інженерія <u>Спеціальності</u> 131 Прикладна механіка, <u>Освітні програми</u> Динаміка та міцність ма- шин,	Цикл професійної під- готовки (за вибором)
Модулів – 1		Навчальний рік 2020/2021
Змістових модулів – 2		Семестр
Індивідуальне завдання - РГР		8-й
Загальна кількість годин – 72/93		Лекції*
		24 год.
Тижневих годин для ден- ної форми навчання: аудиторних – 4,0 самостійної роботи студе- нта – 5,0	Рівень вищої освіти: <u>перший (бакалаврсь- кий)</u>	Практичні, семінар- ські*
		24 год.
		Лабораторні*
		24
		Самостійна робота
		93 год.
		Індивідуальна робота РГР
Вид контролю іспит		

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання –72/93.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення – дати студентам знання та уміння вирішення інженерних задач, пов'язаних з динамічним навантаженням конструкції, механічними коливаннями та стійкістю механічних систем, які виникають в процесі експлуатації ЛА.

Завдання – вивчення студентами основ стійкості і механічних коливань пружних систем, динаміки навантаження конструкції ЛА, умінню формування розрахункових схем елементів конструкцій, які віддзеркалюють основні риси функціонування ЛА в процесі експлуатації.

Згідно з вимогами освітньо-професійних програм студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

Загальні компетентності: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності: здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і інженерних дисциплін; здатність здійснювати розрахунки елементів конструкцій на міцність.

Програмні результати навчання: володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу, обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки, розуміння застосовуваних методик проектування і досліджень у сфері енергетичного машинобудування, що використовуються в експлуатації, ремонті та обслуговуванні об'єктів авіаційного транспорту, їх систем та елементів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення даної дисципліни базується на знаннях і вміннях з вищої математики, теоретичної механіки і аеродинаміки, теорії пружності; використовується при вивченні дисциплін «Будівельна механіка», «Переддипломний курс», «Розрахунок ресурса авіаконструкцій», «Застосування ЕОМ у задачах механіки».

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Аеропружність літаків та вертольотів

Змістовий модуль 1. Основи аеропружності ЛА

Тема 1. Пружні властивості конструкції

Коефіцієнти впливу, функції впливу, їх властивості. Пружні властивості прямих та стрілоподібних крил великого подовження. Пружні властивості плоских та об'ємних систем. Пружні моделі ЛА.

Тема 2. Аеродинамічні моделі ЛА

Системи координат. Визначення аеродинамічної сили і моменту ЛА. Центр тиску та аеродинамічний фокус ЛА. Сили та моменти аеродинамічного демпфування. Аеродинамічні моделі ЛА. Наближені методи визначення аеродинамічних характеристик. Балансування літака. Динамічні рівняння руху ЛА у просторі. Рівняння руху літака у поздовжній площині. Динамічні властивості літака у короткоперіодичному русі. Власні динамічні властивості у поздовжньому русі.

Тема 3. Динамічні характеристики ЛА

Узагальнені координати та рівняння Лагранжа. Метод заданих форм. Власні форми коливань вільної пружної конструкції. Визначення нормальних функцій та частот власних коливань. Ортогональність власних форм.

Тема 4. Рівняння аеропружності

Загальні та спрощені рівняння лінійної нестационарної аеропружності. Частотна форма рівнянь аеропружності. Динамічні характеристики пружного ЛА.

Тема 5. Динаміка та навантаження конструкції

Динамічне навантаження конструкції. Диференційне рівняння руху. Вібрації літального апарату та його частин, їх види. Власні (вільні) коливання. Вимушені коливання. Самозбуджуванні (автоколивання, самоколивання) коливання. Параметричні коливання.

Змістовий модуль 2. Явища аеропружності

Тема 6. Деформація конструкції у польоті

Статична аеропружність. Деформація прямого та стрілоподібного крила.

Тема 7. Явище статичної аеропружності

Явище аеропружної дивергенції. Критична швидкість дивергенції прямого крила. Вплив параметрів на критичну швидкість дивергенції. Реверс елеронів. Критична швидкість реверса.

Тема 8. Динамічна аеропружність

Динамічна аеропружність. Власні коливання частин ЛА. Розрахункові моделі. Згинальні та крутильні коливання крила. Розрахунок форм та частот власних коливань. Рівняння флатеру. Згинально-крутильний флатер крила. Критична швидкість флатеру. Параметри, що впливають на характеристики флатеру.

Тема 9. Аеропружні коливання

Динамічна аеропружна реакція літального апарату на зовнішній вплив. Динаміка літального апарату в умовах атмосферної турбулентності. Аеропружні коливання літального апарату при зривному обтіканні несучих поверхонь. Батинг, його види.

Тема 10. Особливості аеропружності вертольота

Колівання лопаті несучого та рульового гвинтів у площинах змаху та обертання. Резонансні діаграми лопаті несучого гвинта. Вимушені коливання лопаті. Згинальні та крутильні коливання лопаті несучого гвинта. Маховий флатер. Навантаження лопаті у польоті. Земний резонанс вертольота.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Основи аеропружності ЛА					
Тема 1. Пружні властивості конструкції	8	2	2		4
Тема 2. Аеродинамічні моделі ЛА	11	2	2		7
Тема 3. Динамічні характеристики ЛА	12	2	2		8
Тема 4. Рівняння аеропружності	11	2	2		7
Тема 5. Динаміка та навантаження конструкції	11	2	2		7
Разом за змістовним модулем 1	53	10	10	-	33
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Явище аеропружності					
Тема 6. Деформація конструкції у польоті	24	4	4	4	12
Тема 7. Явище статичної аеропружності	20	2	2	4	12

Тема 8. Динамічна аеропружність	24	4	4	4	12
Тема 9. Аеропружні коливання	24	2	2	6	14
Тема 10. Особливості аеропружності вертольота	18	2	2	4	10
Модульний контроль				2	
Разом за змістовим модулем 2	112	14	14	24	60
Усього годин	165	24	24	24	93

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не плануються	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Пружні властивості одномірних балочних систем	2
2	Визначення аеродинамічних характеристик ЛА	2
3	Розрахунок частот та форм власних коливань консолі крила (ізолюваних згинних і крутих)	2
4	Розрахунок частот та форм сумісних згинно-крутильних коливань консолі крила	2
5	Розрахунок частот та форм власних коливань вільного ЛА	4
6	Розрахунок динаміки збуреного руху жорсткого ЛА	2
7	Розрахунок динаміки пружної конструкції при вході в порив	4
8	Розрахунок динаміки навантаження пружної конструкції при вході в порив	2
9	Параметричні дослідження навантаження крила	2
10	Статичні та динамічні явища аеропружності	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Деформація конструкції у польоті.	6
2	Явища статичної аеропружності. Дивергенція крила.	2

3	Розрахунок частот та форм власних коливань вільного ЛА	6
4	Розрахунок динаміки збуреного руху пружного ЛА	6
5	Аеропружні коливання. Розрахунок динаміки пружної конструкції при вході в порив	4
	Разом	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи механіки пружних систем	4
2	Пружні властивості конструкції	8
3	Аеродинамічні моделі ЛА	6
4	Динамічні характеристики ЛА	8
5	Рівняння аеропружності	6
6	Динаміка та навантаження конструкції	8
7	Деформація конструкції у польоті	6
8	Явища статичної аеропружності	8
9	Ефективність несучих поверхонь	8
10	Динамічна аеропружність	8
11	Флатер несучих поверхонь	8
12	Аеропружні коливання	4
13	Особливості аеропружності вертольота	11
	Разом	93

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Визначення критичної швидкості флатеру консолі крила великого подовження	48

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних робіт, індивідуальних консультацій, самостійна робота студентів.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспита.

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
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	7	0...7
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...5	4	0...20
Виконання і захист РГР	0...30	1	0...30
Усього за 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 чотирьох теоретичних питань, кожне яких оцінюється в двадцять п'ять балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: основні відомості про поводження матеріалів в різних умовах навантаження; основні механічні характеристики матеріалів і методи їх визначення; знати аналіз напруженого і деформованого стану в точці тіла; основи інженерних методів розрахунків елементів конструкції на міцність, жорсткість і стійкість; знати енергетичні методи дослідження поведінки елементів конструкцій; знати розрахункові схеми при аналізі НДС оболонок.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки: основні: застосовувати розрахункові схеми конструктивних елементів; вміти будувати епюри внутрішніх силових факторів; знаходити положення небезпечних перерізів і небезпечних точок перерізів; вибирати теорії міцності при складному навантаженні твердих тіл; знаходити геометричні характеристики перерізів і безпечні їх розміри; вміти ставити задачу дослідження НДС конструктивного елемента і розв'язувати її.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання. Знати: основні етапи сертифікації авіаційної техніки; структуру та зміст Норм льотної придатності; основні види випробувань авіаційної техніки при сертифікації.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум знань. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Знати: основні органи та організації, що приймають участь в сертифікації; основні етапи сертифікації авіаційної техніки; структуру та зміст Норм льотної придатності; основні види випробувань авіаційної техніки при сертифікації; умови для видачі Сертифікату типу, Сертифікату льотної придатності; умови сертифікації при авіаційної техніки що експортується або імпортується. Вміти: .

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

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

Методичне забезпечення

1. Онищенко В.М. Динамическая реакция крыла самолета на действие атмосферной турбулентности.- Учебное пособие. Харьков: ХАИ, 2016. – 102с.
2. Онищенко В.М. Свободные и вынужденные колебания конструкции ЛА. - Учебное пособие, Харьков: ХАИ, 2016. – 101 с.
3. Онищенко В.М. Расчет резонансной диаграммы лопасти несущего винта в процессе проектирования.- Учебное пособие, Харьков: ХАИ, 2017. – 106 с.

14. Рекомендована література

1. Кузнецов О.А. Динамические нагрузки на самолет [Текст] / О.А. Кузнецов. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2008. – 264 с.
2. Бисплингхофф Р.Л., Єшли Х., Халфмен Р.Л. Аероупругость.-М.: ИЛ, 1958.
3. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. - М.: Высш. школа, 1972. - 418 с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k102@d1.khai.edu