

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

Олександр ЧУПРИНІН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

« 29 » 08 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Виробнича практика

(назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Динаміка та міцність машин
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): Гребенюк Я.В., асистент каф. 102, к.т.н.,
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри:
міцності літальних апаратів

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «28» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., проф.
(науковий ступінь і вчене звання)


(підпис)

Віталій МІРОШНІКОВ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:


(підпис)

Олено. АРУТЮНЯН
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Гребенюк Ярослав Володимирович

Посада: асистент каф.102

Науковий ступінь: кандидат технічних наук

Вчене звання:

Перелік дисциплін, які викладає:

Міцність літальних апаратів

Напрями наукових досліджень:

*механіка матеріалів та конструкцій,
будівельна механіка, міцність літаків, методи
розрахунку довговічності елементів конструкцій*

*Контактна інформація: i.grebeniuk@khai.edu,
+38067 5751294*

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<i>денна: 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (36 аудиторних, з яких: лекції – 0, практичні – 36; СРЗ – 84);</i>
Види навчальної діяльності	Практичні заняття, графічно-розрахункові роботи , самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, залік.
Пререквізити	<i>Механіка матеріалів та конструкцій. Метод скінчених елементів в задачах механіки. Будівельна механіка. Теоретична механіка/ Конструкція літальних апаратів.</i>
Кореквізити	<i>Розрахунок на міцність. Розрахунок ресурса авіаконструкцій, Технологія виробництва АТ.</i>
Постреквізити	<i>Кваліфікаційна робота бакалавра, Надійність та живучість авіаційних конструкцій</i>

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – закріплення теоретичних знань та практичних навичок шляхом виконання розрахунків і моделювання. Поглиблення навички застосування сучасних чисельних методів (зокрема методу скінченних елементів) для аналізу конструкцій, відпрацювання роботи із CAD/CAE-програмами (SolidWorks, Ansys, Autodesk Inventor), а також навчання оцінці напружено-деформованого стану елементів машин із врахуванням вимоги діючих норм.

Завдання – подальший розвиток, опанування сучасними технологіями розрахунку міцності шляхом виконання практичних робіт, що включає проектувальні та перевірочні розрахунки основних силових елементів машин та літальних апаратів, формування практичних навичок роботи з штучним інтелектом та спеціалізованим програмним забезпеченням.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні задачі забезпечення міцності окремих елементів машин та авіаційно-космічної техніки та застосовувати методи технічних наук.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність застосовувати специфічні технічні терміни державною мовою як усно, так і письмово.
- Навички використання інформаційних технологій інжинірингу міцності.
- Здатність працювати із штучним інтелектом в технічному аспекті.
- Здатність приймати обгрунтовані рішення.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Спеціальні компетентності (СК або ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Виділяти та аналізувати розрахункову схему конструкції.
- Аналізувати напружено-деформований стан конструкції.
- Призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції промислових машин та авіаційно-космічної техніки.
- Використовувати інформаційні, комунікаційні технології та спеціалізоване програмне забезпечення при вирішуванні інженерних задач та у професійній діяльності.

- Виконувати оцінку якості виконаних розрахунків і відповідності результатів вимогам діючих норм і правил, вимогам сертифікації технічних об'єктів.

Програмні результати навчання (ПРН або РН):

Програмні результати навчання (ПРН):

- Вільно спілкуватися усно і письмово державною та іноземною мовами із спеціфічних технічних питань.
- Володіти засобами сучасних цифрових (інформаційних та комунікаційних) технологій моделювання у CAD та інженерного аналізу з використанням САЕ (FEA-моделювання).
- Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несійну здатність конструктивних елементів.
- Пояснювати прийняті допущення та рішення і підґрунтя їх прийняття.
- Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем за допомогою штучного інтелекту.
- Пояснювати вплив конструктивних рішень, щодо забезпечення потрібного запасу міцності елементів машин та авіаційно-космічної техніки.
- Володіти навичками призначення навантажень, граничних умов для конструктивних елементів машин та авіаційно-космічної техніки.
- Використовувати експериментальні методи дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів та конструкцій.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Основи міцності та стійкості елементів машин

Класичні методи розрахунку міцності, теорія скінченних елементів (FEM), критичні напруження та стійкість, прості приклади.

Практичне заняття: Закріплення навичок визначення методу розрахунку міцності простих елементів конструкції.

Самостійна робота здобувача: вивчення механічних властивостей матеріалів елементів машин та авіаційних конструкцій.

Тема 2. Розрахунки напружено-деформованого стану (НДС)

Побудова епюр згинальних моментів і поперечних сил. Визначення нормальних напружень при згині та розтягу/стиску. Розрахунок дотичних напружень у тонкостінних конструкціях. Оцінка сумісного навантаження (згин + кручення + осьові сили).

Практичне заняття: побудова епюр сил та моментів.

Самостійна робота здобувача освіти: дослідження впливу форми поперечного перерізу на критичні напруження.

Тема 3. Моделювання елементів конструкцій з використанням CAD-систем (SolidWorks та Autodesk)

Практичне заняття: Розробка твердотільної моделі елемента конструкції.

Самостійна робота здобувача освіти: вивчення впливу способів моделювання елемента на адекватність отриманих результатів.

Тема 4. Створення (CAE / FEM) моделі елементів конструкцій

Ознайомлення з принципами створення FEM-моделі та вибір типів елементів.

Практичне заняття: створення FEM-моделі елемента конструкції.

Самостійна робота здобувача освіти: аналіз типів елементів для створення FEM-моделі.

Тема 5. Розрахунок геометричних характеристик перетину

Розрахунки геометричних характеристик перетину збірних елементів конструкцій.

Практичне заняття: Розрахунок геометричних характеристик збірного перетину.

Самостійна робота здобувача освіти: оптимізація геометричних параметрів елементів конструкції.

Тема 6. Статичний аналіз (Static FEA): моделювання навантажень і граничних умов

Проведення розрахунку, аналіз результатів, формування звіту.

Практичне заняття: Проведення розрахунку, аналіз результатів: поля напружень, деформацій, переміщень; визначення небезпечних зон; порівняння з допустимими напруженнями.

Самостійна робота здобувача освіти: Аналіз впливу граничних умов і виду навантаження на результати статичного аналізу.

Тема 7. Зіставлення результатів аналітичного розрахунку з результатами чисельного методу.

Порівняння результатів, визначення відмінностей та причин їх виникнення.

Практичне заняття: Порівняння результатів, визначення переваги та недоліки кожного методу.

Самостійна робота здобувача освіти: аналіз обмежень застосованих методів.

Тема 8. Використання штучного інтелекту для оцінки міцності елементів машин та авіаційних конструкцій

Підготовка вихідних даних для штучного інтелекту. Аналіз отриманих результатів. Визначення переваг та недоліків використання ШІ.

Практичне заняття: Побудова епюр сил та моментів з використання ШІ.

Самостійна робота здобувача освіти: аналіз обмежень використання ШІ при розрахунках міцності елементів конструкцій.

Тема 9. Підсумкове заняття

Обговорення компетенцій отриманих здобувачами.

Практичне заняття: Залік.

Самостійна робота здобувача освіти: робота над помилками.

5. Індивідуальні завдання

Мета індивідуальних завдань: закріпити теоретичні знання і надати практичні навички виконання розрахунків міцності деталей машин та елементів авіаційної-космічної техніки за допомогою аналітичних, чисельних методів та ІІІ.

Зміст завдань:

1. Побудова епюр згинальних моментів і поперечних сил.
2. Розробка твердотільної моделі силового елемента конструкції з допомогою сортамента профілів.
3. Вибір розрахункової схеми та створення FEM-моделі.
4. Розрахунок геометричних характеристик перетину. Визначення положення центру жорсткості перерізу.
5. Проведення розрахунків, аналіз та порівняння результатів.
6. Доцільність використання ІІІ у розрахунку міцності.

6. Методи навчання

Проведення практичних занять, індивідуальні консультації, самостійна робота здобувачів, виконання моделювання у CAD та інженерного аналізу з використанням CAE, використання спеціалізованого програмного забезпечення (SolidWorks, Ansys, Autodesk Inventor).

7. Методи контролю

Поточний контроль виконання завдань, оцінювання активності під час аудиторної роботи та самостійної роботи студентів, залік.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Активність під час аудиторної роботи	0...2	18	0...36
Виконання практичних робіт	0...4	9	0...36
Захист практичних робіт Залік	0...28	1	0...28
Усього за семестр			0...100

Контроль виконання виробничої практики - усний захист (залік) є обов'язковим для всіх здобувачів освіти. Під час складання заліку враховується активність під час аудиторної роботи.

Таблиця 8.2 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти за виконання курсової роботи

Активність	Виконання практичних робіт	Залік	Сума
0...36	0...36	0...28	100

Таблиця 8.3 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Зараховано (60-100) – мати базові знання з методів розрахунків міцності елементів конструкцій машин. Виконати та захистити індивідуальні практичні роботи з достатньою якістю. Знати послідовність виконання розрахунку міцності. Уміти проводити базові розрахунки на міцність елементів конструкції.

Добре (75-89) – мати тверді знання з методів розрахунків міцності авіаційних конструкцій. Виконати та захистити індивідуальні практичні роботи з високою якістю. Уміти обґрунтовувати прийняті рішення щодо вибору геометричних параметрів конструкції. Знати особливості роботи різних елементів конструкцій.

Відмінно (90-100) – мати глибокі знання з методів розрахунків міцності конструкцій машин та вміти застосовувати їх для розв'язання нестандартних задач. Виконати та захистити індивідуальні практичні роботи на відмінному рівні. Уміти критично аналізувати результати розрахунків та пропонувати шляхи оптимізації конструкції.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час проведення виробничої практики. Здобувачі освіти мають дотримуватися

загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>).

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Фомичев П. А. Расчет на прочность самолета. Часть 1. [Електронний ресурс]: конспект лекцій / П. А. Фомичев, А. В. Заруцкий, С. Ф. Мандзюк -- Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2017. -- 165с.
https://mentor.khai.edu/pluginfile.php?file=%2F514415%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FPozрахунок%20на%20міцність%20літака.%20Частина%201.pdf
2. Sergey Vakulenko, Renata Reshetnikova. SWEPTBACK WING STRESS STATE. Guidance Manual for Course Project. National Aerospace University N.Ye. Zhukovsky "Kharkiv Aviation Institute", 2013. – 76p.
https://mentor.khai.edu/pluginfile.php?file=%2F446294%2Fmod_resource%2Fcontent%2F1%2FVakulenko_Sweptback.pdf

11. Рекомендована література

Базова

1. В. В. Астанін. Основи розрахунків на міцність : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України /. - Харків. - Регіон-інформ : ХФВ "Транспорт України", 2001. - 210 с.
2. Стригунов В.М. "Расчет самолета на прочность", М., Машиностроение, 1984г.
3. О. П. Остап, В. М. Федірко, В. М. Учанін, С. А. Бичков [та др.] Механіка руйнування та міцність матеріалів : довід. посіб. Т. 9 : Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій; - Львів. - Сполом, 2007. - 1068 с.

Допоміжна

1. Михеев Р.А. "Прочность вертолетов", М., Машиностроение, 1984г.
2. Кан С.Н., Свердлов И.А. "Расчет самолета на прочность", М., Машиностроение, 1966г.
3. Фомичев П.А. "Методы расчета усталостной долговечности элементов авиаконструкций" (Учебное пособие), ХАИ, 1992г.
4. Фомичев П. А. Проектирование и расчет на прочность шасси рессорного типа [Електрон.ресурс]: учеб. пособие /П.А. Фомичев, Т.С. Бойко, С.Ф. Мандзюк, Е.Ф. Кучерявый. -- Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. -- 82 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://k102.khai.edu> - Сайт кафедри міцності літальних апаратів
2. <https://avia.gov.ua> -- Державна авіаційна служба України
3. <https://www.easa.europa.eu> -- Європейське агентство авіаційної безпеки
4. <https://www.faa.gov/> -- Федеральне управління цивільної авіації США
5. Електронна бібліотека ХАІ: <http://library.khai.edu>