

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

Кафедра міцності літальних апаратів (№ 102)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК № 1

Сергій НИЖНИК

« » 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: Динаміка і міцність машин,

Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки.

Рівень вищої освіти: *перший (бакалаврський)*

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник (и): Савін О.Б. професор, к.т.н., доцент

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Ткаченко Д.А. стар. викл., к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри міцності
літальних апаратів (№102)

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «28» серпня 2025 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Віталій МІРОШНІКОВ

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено з представником здобувачів освіти:



(підпис)

Олександр ДРУТЮНЯН

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Савін Олександр Борисович

Посада: професор

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

Механіка матеріалів та конструкцій, Основи інженерного аналізу

Напрями наукових досліджень:

«Високоточні методи розрахунку деталей з циліндричними неоднорідностями та умовами контактного типу»,

Контактна інформація:

E-mail: a.savin@khai.edu



ПІБ: Ткаченко Денис Анатолійович

Посада: старший викладач

Науковий ступінь: к. т. н.

Вчене звання: –

Перелік дисциплін, які викладає:

1. Будівельна механіка;
2. Теорія пружності, пластичності та повзучості;
3. Structural Mechanics;
4. Mechanics of Materials and Constructions;
5. Strength Analysis of Aircraft Structures

Основи інженерного аналізу

Напрями наукових досліджень:

«Механіка деформівного твердого тіла»,

«Чисельне моделювання задач механіки»

Контактна інформація:

E-mail: d.tkachenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	V, VI
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 8 кредитів ЄКТС / 240 годин (112 аудиторних, з яких: лекції – 48, практичні – 64; СРЗ – 128);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні (семінарські), самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	«Теоретична механіка та ТММ», «Механіка матеріалів та конструкцій», «Вища математика» та «Матеріалознавство» ”
Кореквізити	«Деталі машин та основи конструювання», «Загальна будова об'єктів аерокосмічної техніки»
Постреквізити	Є базою для вивчення курсу «Міцність» та для виконання курсового проекту з цієї дисципліни, який в подальшому може становити значну частину випускної роботи бакалавра

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

Мета—отримання знань про вимоги до структур складних багатоелементних несучих конструкцій взагалі, особливо, тонкостінних – та особливості їх деформування в умовах реальної експлуатації; про граничні стани таких конструкцій; навчити методам визначення напружень, переміщень в елементах складених конструкцій від дії відомих (заданих) зовнішніх сил, а також методам визначення граничних значень параметрів зовнішніх дій, що приводять до граничних станів конструкцій, або елементів.

Завдання – формування у студентів уявлення про розрахункові схеми, що замінюють реальні конструкції, а також надбання навичок розрахунків на міцність та жорсткість структур складних багатоелементних несучих конструкцій авіаційних несучих конструкцій типа крила, фюзеляжу, шпангоуту, лопаті несучого гвинта та інших агрегатів літального апарату.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні інженерні та науково-практичні завдання у галузі авіаційної та космічної техніки, що передбачає застосування знань з будівельної механіки для аналізу та розрахунку міцності, жорсткості, стійкості та динаміки елементів авіаційних конструкцій, використання сучасних методів моделювання та комп'ютерних технологій для забезпечення надійності, безпеки та ефективності авіаційних виробів.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.
- Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- Здатність працювати у команді.
- Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- Навички здійснення безпечної діяльності.
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

- Здатність реалізовувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

- Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

- Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

Спеціальні компетентності (СК або ФК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

- Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

- Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

- Здатність проводити технологічну і техніко-економічну оцінку ефективності використання нових технологій і технічних засобів.

- Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації.

- Здатність використовувати аналітичні та чисельні математичні методи для вирішення задач прикладної механіки, зокрема здійснювати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин.

- Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.

- Здатність застосовувати комп'ютеризованих систем проектування (CAD), виробництва (CAM) і інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

- Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних моделей.

- Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.

- Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

Програмні результати навчання (ПРН):

- Вибирати та застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки придатні математичні методи.
- Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.
- Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.
- Оцінювати надійність деталей і конструкцій машин в процесі статичного та динамічного навантаження.
- Виконувати геометричне моделювання деталей, механізмів і конструкцій у вигляді просторових моделей і проєкційних зображень та оформлювати результати у виді технічних та робочих креслень.
- Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин.
- Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.
- Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.
- Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.
- Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного обладнання.
- Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматизації.
- Навички практичного використання комп'ютерних систем проєктування (CAD), виробництва (CAM) і інженерних досліджень (CAE).
- Оцінювати техніко-економічну ефективність виробництва.
- Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів.
- Враховувати при прийнятті рішень основні фактори техногенного впливу на навколишнє середовище і основні методи захисту довкілля, охорони праці та безпеки життєдіяльності.
- Вільно спілкуватися з професійних питань усно і письмово державною та іноземною мовою, включати знання спеціальної термінології та навички міжособистісного спілкування

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Кінематичний аналіз і статичний розрахунок стержневих систем.

ТЕМА 1. Вступ.

Вступ до навчальної дисципліни «Будівельна механіка». Предмет вивчення і задачі дисципліни. Будівельна механіка як наука о проектуванні раціональних несучих конструкцій. Місто дисципліни в навчальному плані. Типові розрахункові схеми авіаційних конструкцій. Особливості навантаження конструкцій літальних апаратів. Вимоги міцності до конструкцій літаків та вертольотів.

Практичне заняття: Побудування епюр внутрішніх зусиль в статично визначуваних балках та рамах.

Самостійна робота здобувача освіти: Ознайомлення з вимогами міцності до конструкцій літаків та вертольотів.

ТЕМА 2. Склад комбінованих стрижневих систем.

Елементи, що зв'язані, та зв'язки комбінованих стержневих систем. Диски та шарніри. Опорні зв'язки. Поняття стрижня. Ферми. Вагова досконалість ферм. Використання комбінованих стрижневих систем в літаках та вертольотах.

Практичне заняття: Кінематичний аналіз і статичний розрахунок стержневих систем

Самостійна робота здобувача освіти: Склад комбінованих стрижневих систем

ТЕМА 3. Розрахунок статично-визначуваних стержневих систем на нерухомі навантаження. Консольно-балочні стержневі системи.

Загальний статичний метод розрахунку. Розрахунок багатопрогонових стержневих систем за допомогою "поверхової" схеми. Розрахунок багатопрогонових аналітичним методом.

Практичне заняття: Розрахунок багатопрогонових статично визначуваної балки аналітичним методом.

Самостійна робота здобувача освіти: Побудова "поверхової" схеми для багатопрогонових статично визначних балок.

ТЕМА 4. Розрахунок багатопрогонових статично-визначуваних балок на рухоме навантаження

Лінії впливу для однопрогонової балки. Лінії впливу для багатопрогонових статично визначуваної балок. Визначення зусиль за лініями впливу.

Практичне заняття: Побудова ліній впливу і визначення зусиль за лініями впливу для багатопрогонових статично визначних балок.

Самостійна робота здобувача освіти: Побудова ліній впливу опорних реакцій, внутрішніх зусиль для однопрогонової балки.

ТЕМА 5. Розрахунок статично-визначуваних стержневих систем на нерухомі навантаження. Тришарнірні системи.

Аналітичне визначення реакцій та зусиль у тришарнірних рамах та арках у

загальному випадку навантаження. Епюри внутрішніх зусиль. Визначення зусиль в тришарнірних рамах та арках при вертикальному навантаженні
Практичне заняття: Визначення зусиль в тришарнірних арках при вертикальному навантаженні.

Самостійна робота здобувача освіти: Визначення зусиль в тришарнірних рамах при вертикальному навантаженні.

Змістовний модуль 2. Аналіз і розрахунок стрижневих систем

ТЕМА 6. Розрахунок плоских ферм.

Поняття про ферми. Класифікація ферм. Статичний аналіз ферм. Визначення зусиль в стержнях простих ферм. Спосіб вирізування вузлів, спосіб моментної точки та спосіб перерізів. Визначення зусиль в стержнях складних ферм. Розрахунок плоских ферм аналітичними методами. Шпренгельні ферми. Особливості розрахунку комбінованих систем.

Практичне заняття: Визначення зусиль в стержнях простих ферм.

Самостійна робота здобувача освіти: Визначення зусиль в стержнях шпренгельних ферм.

ТЕМА 7. Переміщення в статично визначуваних конструкціях.

Формула Мора та метод Мора. Поняття про елементи, що деформуються.

Теплові дії, зміщення опір в статично визначуваних конструкціях.

Практичне заняття: Визначення переміщень в балках та рамах.

Самостійна робота здобувача освіти: Переміщення в статично визначуваних конструкціях

ТЕМА 8. Розрахунок статично невизначуваних конструкцій методом сил.

Поняття про еквівалентну систему. Основна система. Зайві зв'язки та відповідні зайві невідомі. Вантажне та одиничні стани основної системи. Канонічні рівняння методу сил. Побудування сумарних епюр внутрішніх силових факторів (ВСФ) в стрижневих елементах комбінованих систем. Деформаційна перевірка. Основне спрощення процедури визначення переміщень у статично невизначуваних конструкціях.

Практичне заняття: Розрахунок плоских рам спрощеним методом сил.

Самостійна робота здобувача освіти: Розрахунок статично невизначуваних конструкцій методом сил.

ТЕМА 9. Розрахунки рам спрощеним методом переміщень.

Вибір визначальних переміщень. Вектор невідомих переміщень. Система сил, відповідних до визначальних переміщень. Використання довідникових таблиць з рішеннями. Вектор зусиль. Система рівнянь рівноваги. Статична визначуваність та універсальність методу переміщень. Поняття про матрицю жорсткості. Побудова сумарних епюр внутрішніх зусиль в елементах стрижневих систем.

Практичне заняття: Розрахунок плоских рам спрощеним методом переміщень.

Самостійна робота здобувача освіти: Побудова сумарних епюр внутрішніх зусиль в елементах стрижневих систем.

ТЕМА 10. Конструктивні особливості основних несучих конструкцій літаків та вертольотів.

Конструктивні особливості основних несучих конструкцій літального апарату (крило, фюзеляж, оперення). Роль типових конструктивних елементів в опорі зовнішнім навантаженням. Фермова аналогія. Роль діафрагм (нервюри, шпангоути) в забезпеченні раціонального напруженого стану авіаційних несучих конструкцій. Розрахункова схема тонкостінного стержня. Раціональність напруженого стану тонкостінного стержня.

Практичне заняття: Розрахунок кругових шпангоутів.

Самостійна робота здобувача освіти: Конструктивні особливості основних несучих конструкцій літаків та вертольотів

ТЕМА 11. Геометрія тонкостінного стрижня.

Особливості завдання геометрії тонкостінного стрижня. Поточний статичний момент перерізу.

Практичне заняття: Визначення нормальних напружень в перерізах тонкостінного стрижня.

Самостійна робота здобувача освіти: Геометрія тонкостінного стрижня

ТЕМА 12. Визначення нормальних напружень в перерізах тонкостінного стрижня

Врахування неоднорідності елементів: редукування. Опір рядових шпангоутів сплюснюванню перерізів фюзеляжу при їх згинанні. Стійкість шпангоутів. Обчислювання потрібної жорсткості рядового шпангоута.

Практичне заняття: Обчислювання потрібної жорсткості рядового шпангоута. Самостійна робота здобувача освіти: Стійкість шпангоутів.

Модуль 2.

Змістовий модуль 3. Методи розрахунків агрегатів літального апарату

ТЕМА 13. Загальна формула для дотичних напружень.

Визначення дотичних напружень. Основна гіпотеза зсуву тонкостінних контурів. Потік дотичних напружень. Диференціальне рівняння рівноваги тонкої стінки. Загальна формула для дотичних напружень в перерізах тонкостінного стрижня.

Практичне заняття: Дослідження нормальних напружень в неоднорідному дискретному перерізі крила.

Самостійна робота здобувача освіти: Загальна формула для дотичних напружень в перерізах тонкостінного стрижня.

ТЕМА 14. Визначення дотичних напружень у відкритому контурі при згинанні.

Тонкостінний стержень з відкритим контуром перерізу. Визначення дотичних напружень в відкритому контурі. Правила для побудовання епюр точкових статичних моментів. Врахування повздовжніх елементів. Дискретизація перерізів.

Практичне заняття: Дослідження дотичних напружень зсуву в тонкостінному

стрижні відкритого профілю.

Самостійна робота здобувача освіти: Тонкостінний стержень з відкритим контуром перерізу.

ТЕМА 15. Центр згинання тонкостінного стрижня з відкритим контуром поперечного перерізу.

Центр згину тонкостінного стрижня з відкритим контуром поперечного перерізу; обчислення його координат. Неможливість опору дії моменту кручення тонкостінного стрижня з відкритим контуром. Змінюваність. Тонкостінний стержень з однозамкненим контуром перерізу.

Практичне заняття: Розрахунок положення центра згинання в тонкостінному стрижні відкритого профілю

Самостійна робота здобувача освіти: Тонкостінний стержень з однозамкненим контуром перерізу.

ТЕМА 16. Кручення одно замкненого контуру (лонжерон лопаті вертоліту, носок крила).

Кручення одно замкненого контуру. Формула Бредта. Кут закручування; поняття й обчислення крутильної жорсткості тонкостінного стрижня.

Практичне заняття: Кручення одно замкненого контуру

Самостійна робота здобувача освіти: Поняття й обчислення крутильної жорсткості тонкостінного стрижня

ТЕМА 17. Визначення дотичних напружень в одно замкненому профілі при згинанні.

Визначення дотичних напружень контурі в одно замкненому контурі (використання умови статичної еквівалентності). Урахування поздовжніх підкріплень (поясів, стрингерів).

Практичне заняття: Дотичні напруження в дискретному одно замкненому профілі.

Самостійна робота здобувача освіти: Урахування поздовжніх підкріплень (поясів, стрингерів).

ТЕМА 18. Центр жорсткості.

Центр жорсткості; обчислення його координат. Два методи визначення координат центра жорсткості. (метод фіктивної сили, метод відокремлення моменту кручення).

Практичне заняття: Центр жорсткості одно замкненого профілю

Самостійна робота здобувача освіти: Методи визначення координат центра жорсткості.

ТЕМА 19. Обчислення дотичних напружень в багато замкнених контурах (лонжерон лопаті вертольоту, крило).

Тонкостінний стрижень з багато замкненим контуром перерізу. Кручення багато замкнених контурів. Стандартна процедура метода сил.

Практичне заняття: Дотичні напруження в дискретному двозамкненому профілі

Самостійна робота здобувача освіти: Стандартна процедура метода сил.

ТЕМА 20. Визначення координат центра жорсткості багато замкненого контуру.

Визначення координат центра кручення та жорсткості при крученні багато замкнутого контуру.

Практичне заняття: Центр жорсткості двозамкнутого профілю

Самостійна робота здобувача освіти: Визначення координат центра жорсткості багатозамкнутого контуру

ТЕМА 21. Кручення відкритого профілю. Стиснене кручення відкритого профілю.

Обмежений опір крученню відкритого контуру за рахунок місцевого кручення стінок. Використання результатів теорії пружності. Вільне кручення, депланації. Елементи теорії В. З. Власова (гіпотеза про відсутність зсувів в серединній поверхні, секторіальна координата, стискання депланацій, поява нових дотичних сил). Диференційне рівняння стисненого кручення. Граничні умови. Приклад рішення. Конструктивні рекомендації.

Практичне заняття: Стиснуте кручення відкритого профілю

Самостійна робота здобувача освіти: Кручення відкритого профілю. Стиснене кручення відкритого профілю.

Змістовий модуль 4. Методи розрахунків елементів літального апарату.

ТЕМА 22. Прямокутний кесон у системі стріловидного крила.

Протиріччя між балковою теорією та опорними реакціями крилевого кесона.

Само врівноважена добавка, що погодить ці протиріччя. Депланації.

Відповідна само врівноважена система дотичних напружень. Принцип найменшої роботи, як окремий випадок принципу Кастільяно. Рівняння Ейлера. Граничні умови. Рішення рівняння Ейлера. Аналіз результатів та рекомендації.

Практичне заняття: Граничні умови. Рішення рівняння Ейлера. Аналіз результатів та рекомендації.

Самостійна робота здобувача освіти: Прямокутний кесон у системі стріловидного крила

ТЕМА 23. Згинання та стійкість пластинок.

Синтез математичної моделі деформування пластинок. Розрахункова схема пластинки; гіпотези Кірхгофа. Виведення рівнянь згинання (рівняння Софі Жермен-Лапласа). Граничні умови. Розрахунок прямокутних пластин у подвійних тригонометричних рядах (рішення Нав'є). Стійкість пластинки, стиснутої в одному напрямку. Аналіз результату для шарнірно обпертої прямокутної пластинки. Пластинки великої довжини і великої ширини. Стійкість авіаційних профілів. Використання довідникових даних для розрахунків стійкості пластинок з іншими граничними умовами. Стійкість пластинок при зсуві (стінка лонжерона). Стійкість при комбінованому навантаженні (обшивка).

Практичне заняття: Стійкість авіаційних профілів

Самостійна робота здобувача освіти: Синтез математичної моделі деформування пластинок

ТЕМА 24. Основи методу скінчених елементів.

Поняття кінцевого елемента. Матриця форми на прикладі трикутного елемента пластинки. Матриця жорсткості. Локальна і глобальна системи координат. Розрахункова система рівнянь. Граничні умови. Визначення вузлових переміщень. Перехід від вузлових переміщень до параметрів напруженого стану конструкції. Стандартні обчислювальні комплекси для інженерного аналізу несучих конструкцій (типу "Unigraphics", "NASTRAN", "Cosmos" і т.п.).

Практичне заняття: Визначення вузлових переміщень

Самостійна робота здобувача освіти: Матриця форми на прикладі трикутного елемента пластинки.

5. Індивідуальні завдання

1. Розрахунок консольно-балочних стержневих систем за допомогою «поверхової» схеми».
2. Визначення зусиль в тришарнірних рамах та арках при вертикальному навантаженні».
3. Розрахунок статично визначуваних ферм.
4. Розрахунок плоских рам спрощеним методом переміщень.
5. Дотичні напруження зсуву відкритому контурі при згинанні и визначення центра згинання
6. Розрахунок одно замкненого контуру.
7. Розрахунок багато замкненого контуру

6. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальних консультацій, самостійна та індивідуальна робота студентів.

7. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту

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

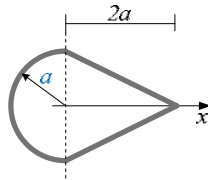
Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			

Максимальна кількість балів за виконання завдання – 50 балів.

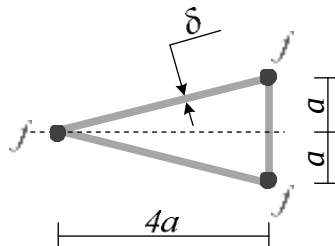
Білет для іспиту (сем. 6) складається з двох теоретичних запитань й одно-го практичного завдання. Наприклад, білет № 16

1. Як навантажується рядовий шпангоут при згинанні фюзеляжу літального апарату? 20 балів.



2. Який зв'язок існує між компонентами самоврівноваженого стану в кесоні (рі-вновага диференціального елемента кесона)? 20 балів.

3. Завдання. Дано: $G_{\text{обш}} = G$, f , a , $\delta = \delta_{\text{обш}} = \text{const}$. За умови, що $\delta_{\sigma} = 0$ – обшивка не працює на нормальні напруження, визначити положення центра жорсткості однозамкненого профілю.



Максимальна кількість балів за виконання завдання – 30 балів.

4. Завдання. Дано: $a = 20$ см, товщина стінки перерізу $\delta = 1$ см. Визначити величину осьового моменту інерції I_x .

Максимальна кількість балів за виконання завдання – 30 балів.

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

Задовільно (60 – 74). Показати мінімум знань та умінь. Здати РГР. При написанні модулів знайти відповіді на теоретичні запитання і показати при потребі хід рішення прикладених задач. Знати основні положення проведення

аналізу та розрахунку комбінованих стрижневих систем. Вміти будувати епюри внутрішніх силових факторів в таких конструкціях. Знати як використовувати метод переміщень для розрахунків. Вміти знаходити взаємні переміщення перерізів силових елементів конструкцій. Мати уяву про розрахункову модель тонкостінного стрижня кесону та пластинок.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум за всіма темами та вміти застосовувати його. Здати РГР. При написанні модулів знайти відповіді на теоретичні запитання і показати повне рішення поставлених задач. Вільно володіти методами проведення аналізу та розрахунку комбінованих стрижневих систем. Вміти будувати епюри внутрішніх силових факторів в таких конструкціях з використанням теорем симетрії. Вміти використовувати метод переміщень для розрахунків. Вміти оцінювати жорсткість силових елементів конструкцій. Вміти знаходити геометричні характеристики поперечних перерізів тонкостінного стрижня. Вміти розрахувати напружений стан поперечного перерізу тонкостінного стрижня при зсуві та згинанні. Мати уяву про напружений стан кесону, роботу пластинок при згинанні, стійкість пластинок.

Відмінно (90 – 100). Твердо знати всі теми та вміти застосовувати їх. Здати РГР на максимальну оцінку. Модульний контроль написати на оцінку, близьку до максимальної. Вільно володіти всіма методами проведення аналізу та розрахунку комбінованих стрижневих систем. Вміти будувати епюри внутрішніх силових факторів в таких конструкціях з використанням симетризації навантаження та теорем о симетрії. Вміти вільно використовувати метод переміщень для розрахунків. Вміти оцінювати жорсткість силових елементів конструкцій з використанням симетризації навантаження. Вміти знаходити геометричні характеристики поперечних перерізів тонкостінного стрижня. Вміти розрахувати напружений стан поперечного перерізу тонкостінного стрижня при зсуві та згинанні, знаходити його центр згинання та жорсткості. Мати уяву про напружений стан кесону, роботу пластинок при згинанні, стійкість пластинок. При виконанні практичних робіт показати самостійність і настирливість при досяганні цілі.

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 вивчення навчальної дисципліни. Під час виконання курсового проекту 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

Ресурс, на якому розміщено навчально-методичний комплекс:
k102@d1.khai.edu

Учбові посібники:

1. Дібір Г.О. Будівельна механіка авіаційних конструкцій : навч. посіб. , Ч. 2 : Розрахунок тонкостінних конструкцій; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2020. -280 с.
2. Дібір О.Г. , Кирпикін А.О. Дослідження дискретної моделі лонжерона та комбінованих стрижневих систем : навч. посіб. ./; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2019.

11. Рекомендована література

Базова

- 1.Будівельна механіка. Навчальний посібник / В.А.Баженов, Г.М.Іванченко, О.В.Шишов, С.О.Пискунов./.- Київ. Київський національний університет будівництва і архітектури: 2013.-439 с.
2. Будівельна механіка /Е.Д. Чихладзе. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 320 с
3. Будівельна механіка та будівельні конструкції : навчальний посібник А. С. Моргун, М. М. Сорока. – Вінниця : ВНТУ, 2010.
4. Ментор:
Савін О.Б.<https://mentor.khai.edu/mod/resource/view.php?id=285890>
5. Ментор:
Ткаченко Д.А. <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=8555> ,
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=4964>

Допоміжна

1. Будівельна механіка. Конспект лекцій./ Лізунов П.П., Недін В.О./ /.- Київ: 2022.-179 с.

12. Інформаційні ресурси

1. <https://k102.khai.edu> - Сайт кафедри міцності літальних апаратів
2. Електронна бібліотека ХАІ: <http://library.khai.edu>