

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

Кафедра Міцності літальних апаратів (№ 102)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

/ Голова НМК

Н.В. Руденко

« 01 » 09 2020 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Механіка матеріалів та конструкцій

Галузь знань:

- 13 Механічна інженерія
- 14 Електрична інженерія
- 27 Транспорт

Спеціальність:

- 131 «Прикладна механіка»
- 133 «Галузеве машинобудування»
- 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
- 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
- 142 «Енергетичне машинобудування»
- 144 «Теплоенергетика»
- 272 «Авіаційний транспорт»
- 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма:

Аеродинаміка літальних апаратів, Динаміка і міцність машин, Випробування та сертифікація літальних апаратів, Комп'ютерно-інтегроване проектування та конструювання авіаційної техніки, Літаки і вертольоти, Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів, Технології виробництва і ремонту літальних апаратів, Автомобілі та автомобільне господарство, Газотурбінні установки і компресорні станції, Роботомеханічні системи та логістичні комплекси, Комп'ютерний інжиніринг, Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок, Енергетичний менеджмент, Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем, Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Безпілотні літальні комплекси, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Ракетне та ствольне озброєння, Супутники, двигуни та енергетичні установки, Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Ядерні енергетичні установки, Проектування та виробництво композитних конструкцій

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2020 рік

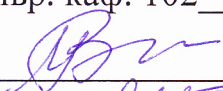
Робоча програма нормативної навчальної дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» для студентів за спеціальностями: 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 142 «Енергетичне машинобудування», 144 «Теплоенергетика», 272 «Авіаційний транспорт», 274 «Автомобільний транспорт»

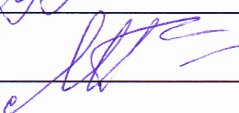
освітніми програмами Аеродинаміка літальних апаратів, Динаміка і міцність машин, Випробування та сертифікація літальних апаратів, Комп'ютерно-інтегроване проектування та конструювання авіаційної техніки, Літаки і вертольоти, Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів, Технології виробництва і ремонту літальних апаратів, Автомобілі та автомобільне господарство, Газотурбінні установки і компресорні станції, Роботомеханічні системи та логістичні комплекси, Комп'ютерний інжиніринг, Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок, Енергетичний менеджмент, Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем, Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Безпілотні літальні комплекси, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Ракетне та ствольне озброєння, Супутники, двигуни та енергетичні установки, Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Ядерні енергетичні установки, Проектування та виробництво композитних конструкцій

«28» серпня 2020 р., – 12с.

Розробники

Пекельний М.І., к.т.н., доцент, ст. наук. співр. каф. 102 

Минтюк В.Б., к.т.н., доцент каф. 102 

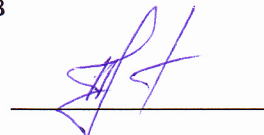
Гребенніков М.М., ст. викладач каф. 102 

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри Міцності літальних апаратів

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 р.

Завідувач кафедри міцності літальних апаратів

д.т.н., професор



П.О. Фомиčov

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)	
Кількість кредитів – 9,5	Галузь знань: 13. Механічна інженерія 14. Електрична інженерія 27 Транспорт	Обов'язкова	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 13		2020/2021	
Індивідуальне завдання – РГР		Семестр	
Загальна кількість годин – 285		3-й	4-й
Семестр 3	Спеціальність: 131 «Прикладна механіка» 133 «Галузеве машинобудування» 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» 141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» 142 «Енергетичне машинобудування» 144 «Теплоенергетика» 272 «Авіаційний транспорт» 274 «Автомобільний транспорт»	Лекції*	
аудиторних* 56 год. самостійної роботи студента 64 год.		32 год.	32 год.
Семестр 4		Практичні, семінарські*	
аудиторних* 80 год. самостійної роботи студента 85 год.		24 год.	40 год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:		Лабораторні*	
		–	8 год.
	Освітня програма: Аеродинаміка літальних апаратів, Динаміка і міцність машин, Випробування та сертифікація літальних апаратів, Комп'ютерно-інтегроване проектування та конструювання авіаційної техніки, Літаки і вертольоти, Проектування, виробництво та сертифікація авіаційної техніки, Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів, Технології виробництва і ремонту літальних апаратів, Автомобілі та автомобільне господарство, Газотурбінні установки і компресорні станції, Роботомеханічні системи та логістичні комплекси, Комп'ютерний інжиніринг, Авіаційні двигуни та енергетичні установки, Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок, Енергетичний менеджмент, Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем, Комп'ютерно-інтегроване управління в енергетиці, Безпілотні літальні комплекси, Ракетні двигуни та енергетичні установки, Ракетні та космічні комплекси, Ракетне та ствольне озброєння, Супутники, двигуни та енергетичні установки, Енергетичний менеджмент та енергоефективність, Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, Ядерні енергетичні установки, Проектування та виробництво композитних конструкцій	Самостійна робота	
аудиторних – 4.25 самостійної роботи студента – 4.65		64 год.	85 год.
		Вид контролю	
	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	іспит	іспит

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить: для денної форми навчання – 136/149.

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: прищепити навички застосування сучасних інженерних методів розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість при різних видах зовнішнього деформування.

Завдання: навчити студентів застосовувати набуті знання на практиці – володіти достатньо простими способами розрахунку елементів конструкцій, обирати матеріал об'єкту, призначати розміри елементів.

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 дисципліни Механіка матеріалів і конструкцій базується на знанні дисциплін: вища математика, фізика, теоретична механіка, нарисна геометрія і забезпечує вивчення дисциплін: деталі машин та основи конструювання, будівельна механіка та інших дисциплін, а також курсових і дипломних робіт, пов'язаних з розрахунками на міцність, жорсткість і стійкість елементів конструкцій при статичному, динамічному, повторно-змінному навантаженні.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Загальні положення деформування суцільного тіла. Міцність і жорсткість при протіх деформаціях.

Змістовний модуль 1. Загальні положення та основні гіпотези.

Тема 1 Вступ до навчальної дисципліни ММК.

Місце курсу "Механіка матеріалів і конструкцій" в загальнотехнічній підготовці інженерних кадрів. Зв'язок курсу з загальнонауковими і спеціальними дисциплінами.

Опір матеріалів як частина механіки деформованих тіл і зв'язок з теорією пружності й теорією пластичності. Основні гіпотези науки про опір матеріалів.

Опір матеріалів – комплекс інженерних методів розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість елементів машин і споруд.

Тема 2. Загальні положення деформування суцільного тіла.

Основні гіпотези про властивості матеріалів конструктивних елементів. Класифікація зовнішніх сил. Теорема про рівнодійну розподіленого навантаження. Види опор і їх реакцій як зовнішні сили. Конструктивна та розрахункова схема. Принцип незалежності дії сил. Принцип Сен-Венана.

Тема 3. Метод перерізів.

Внутрішні сили. Метод перерізів як метод виявлення і визначення внутрішніх сил, що протидіють деякій спробі змінити взаємне розташування частинок тіла. Головний вектор та головний момент внутрішніх сил в перерізі. Поняття про внутрішні силові фактори (ВСФ) в перерізі.

Змістовний модуль 2. Епюри ВСФ та геометричні характеристики плоских перерізів.

Тема 4. Закономірності розподілу внутрішніх зусиль по довжині конструктивного елементу (КЕ) типу брус.

Епюри ВСФ, основні правила які застосовують при їх побудові. Епюри поздовжніх сил. Правила розбиття бруса на ділянки. Правило знаків. ВСФ. Епюри крутних моментів. Епюри поперечних сил і згинальних моментів. Диференціальні залежності при згинанні. Приклади побудови епюр для стержнів, валів, балок, плоских рам і плоского ломаного бруса.

Тема 5. Геометричні характеристики плоских перерізів.

Поперечні перерізи КЕ – плоскі фігури. Статичні моменти площі. Поняття про центр ваги плоскої фігури та методика його визначення для складної фігури. Центральні осі. Осьові, полярний і відцентровий моменти інерції. Головні осі інерції. Моменти інерції відносно паралельних осей. Залежність між моментами інерції при повороті координатних осей. Визначення напрямку головних осей інерції та головних моментів інерції. Інваріантність суми осьових моментів інерції відносно кута повороту осей. Моменти опору. Радіуси інерції.

Змістовний модуль 3. Теорія НДС.

Тема 6. Елементи теорії напруженого і деформованого стану (НДС).

Поняття про напруження в точці. Нормальні і дотичні напруження. Зв'язок між внутрішніми зусиллями і напруженнями. Закон парності дотичних напружень. Напруження на довільній площадці. Поняття про тензор напружень. Головні площадки і головні напруження. Види напруженого стану. Максимальні дотичні напруження. Плоский напружений стан (НС). Напруження на похилих площадках. Екстремальність головних напружень. Пряма та зворотна задачі в плоскому НС. Лінійний НС.

Поняття про деформації, їх види. Абсолютне і відносне подовження. Абсолютний і відносний зсув. Поняття про деформований стан матеріалу. Тензор деформацій. Коефіцієнт Пуассона. Узагальнений закон Гука. Відносна зміна об'єму. Зв'язок між константами пружності матеріалу. Потенційна енергія деформування тіла.

Змістовний модуль 4. Механічні характеристики матеріалів.

Тема 7. Механічні характеристики матеріалів.

Види механічних випробувань матеріалів, обладнання та зразки. Розтягання, як один із основних видів випробувань матеріалів. Діаграми розтягання та основні механічні характеристики, що визначають на цих діаграмах. Наклеп матеріалів. Ефект Баушингера. Деякі інші види механічних випробувань. Коефіцієнт запасу міцності. Допустимі напруження. Вплив різних факторів на механічні властивості матеріалів.

Змістовний модуль 5. Розрахунки на міцність і жорсткість при простих деформаціях.

Тема 8. Розрахунки на міцність і жорсткість при простих деформаціях.

Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями і жорсткість при розтяганні й стисканні стержнів з прямолінійною віссю.

Розподіл напружень і деформацій в перерізах стержнів. Використання гіпотези плоских перерізів. Поняття про небезпечний переріз. Умова міцності і задачі, що можна розв'язати за її допомогою. Визначення абсолютної деформації стержнів. Умова жорсткості й задачі, що можна розв'язати за її допомогою. Статично невизначувані стержневі системи при розтяганні (стисканні), при нагріві (охолодженні) і врахуванням монтажних напружень. Принцип складання допоміжних рівнянь.

Деформація кручення. Кручення валів круглого поперечного перерізу. Гіпотези “жорстких дисків”, прямолінійних твірних.

Розподіл напруг і деформацій в поперечних перерізах. Умова міцності і задачі, які розв’язуються за умовами міцності. Полярний момент опору. Визначення кута закручування вала. Умова жорсткості і задачі, які розв’язуються за умовами жорсткості. Особливості розподілу напружень в валах прямокутного поперечного перерізу.

Деформація “чистий плоский згин”. Припущення і гіпотези, покладені в основу аналізу НДС при чистому плоскому згині. Нормальні напруги і їх розподіл в поперечному перерізі. Небезпечний переріз і небезпечні точки перерізу. Умова міцності. Осьовий момент опору. Формула Журавського для дотичних напружень. Розповсюдження умови міцності на поперечне згинання. Виведення приблизного диференційного рівняння пружної лінії балки. Інтегрування диференційного рівняння пружної лінії балки. Граничні умови.

Модуль 2

Складне навантаження та метод сил. Спеціальні розділи курсу опору матеріалів.

Змістовний модуль 6. Складне навантаження.

Тема 9. Гіпотези (теорії) міцності.

Необхідність гіпотез (теорій) міцності. Поняття про рівно небезпечний напружений стан і еквівалентні напруження. Завдання теорій міцності. Перша, друга, третя і четверта теорії міцності. Область їх застосування. Теорія міцності Мора.

Тема 10. Розрахунки на міцність брусків при складному навантаженні.

Загальний випадок складного опору. Небезпечні точки в брускі з прямокутним поперечним перерізом. Розрахункові формули для плоскої схеми дії напруг. Добирання перерізу і повна перевірка на міцність.

Находження небезпечної точки в перерізі бруса з круглим суцільним або круглим кільцевим поперечним перерізом при складному опорі.

Добирання перерізу і повна перевірка на міцність. Розрахунковий момент.

Косе згинання як частковий випадок складного опору. Розрахунок на міцність. Визначення небезпечних точок в перерізі. Визначення положення нейтральної осі.

Поза центрове стискання (розтягання) як частковий випадок складного опору. Небезпечні точки перерізу. Визначення напружень в будь-якій точці перерізу. Нейтральна лінія. Розрахунок на міцність і добирання перерізу. Ядро перерізу.

Змістовний модуль 7. Визначення переміщень в пружних системах.

Тема 11. Енергетичний метод визначення переміщень в пружних системах.

Закон збереження механічної енергії в пружно деформованих системах. Узагальнені сили і переміщення. Робота зовнішніх і внутрішніх сил. Застосування принципу можливих переміщень до пружних систем (принцип Лагранжа). Теорема про взаємність робіт (теорема Бетті). Теорема про взаємність переміщень (теорема Максвелла). Загальна формула для визначення переміщень. Інтеграл Максвелла-Мора. Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна. Умови застосування способу Верещагіна.

Змістовний модуль 8. Метод сил

Тема 12. Розрахунок статично невизначуваних систем енергетичним методом.

Основні поняття та визначення. Метод сил як один із методів розрахунку статично невизначуваних систем. Основна система, її побудова і обмеження. Канонічні рівняння методу сил. Еквівалентна система. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь методу сил.

Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів і його застосування для статично невизначуваних балок. Особливі випадки використання рівняння трьох моментів.

Змістовний модуль 9. Утомленість.

Тема 13. Опір матеріалів дії повторно змінних напружень.

Поняття явища “утомленість”. Циклічні навантаження і циклічні напруження. Явище втомленості матеріалів і його фізична природа. Характеристики циклів. Границя витривалості і методи її визначення. Діаграма втомленості і діаграма граничних напружень. Вплив конструктивно технологічних факторів на границю витривалості. Визначення запасу міцності при розрахунках на опір втомленості. Визначення коефіцієнту запасу утомленості при спільній дії нормальних і дотичних напруг, які синхронно змінюються періодично з плином часу (при складній деформації). Шляхи підвищення працездатності деталей в умовах циклічного навантаження.

Змістовний модуль 10. Стійкість.

Тема 14. Стійкість поздовжньо стиснутих стержнів.

Стійка та нестійка пружна рівновага. Критична сила та явище втрати стійкості. Умова стійкості. Формула Ейлера для визначення критичної сили стиснутого стержня. Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили. Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності. Діаграма стійкості. Графік допустимих напруг. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення основного допустимого напруження. Енергетичний метод визначення критичної сили.

Змістовний модуль 11. Граничний стан.

Тема 15. Розрахунки конструкцій за граничним станом.

Основні відомості про граничний стан. Коефіцієнт запасу міцності. Діаграма Прандтля при розтяганні (стисканні). Розрахунок статично невизначуваних систем при розтяганні-стисканні. Пластичний шарнір при згинанні і процес його утворення. Визначення положення нейтральної лінії пластичного шарніру. Граничний момент текучості при згинанні балок з симетричним відносно центральної осі перерізом. Коефіцієнт пластичності. Умова міцності при згинанні за несучою здатністю. Розрахунки на тримкість з використанням принципу Лагранжа. Розрахунок за несучою здатністю при крученні валів круглого поперечного перерізу. Діаграма Прандтля при зсуві.

Змістовний модуль 12. Оболонки

Тема 16. Розрахунок оболонок.

Задача Ляме. Товстостінний циліндр, що зазнає дії внутрішнього і зовнішнього тисків. Часткові випадки. Розрахунок на міцність. Задача Гадоліна. Багатошарові циліндри. Явище автофретування.

Задача Лапласа. Виведення формули визначення меридіональних і широтних напруг. Умови застосування формули Лапласа. Складання додаткового рівняння рівноваги.

Змістовний модуль 13. Динамічні навантаження.

Тема 17. Розрахунки на міцність при ударних навантаженнях.

Основні припущення технічної теорії удару. Поняття про коефіцієнт динамічності та його визначення. Умова міцності.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
	го	л	п	лаб	інд	с.р.
Модуль 1						
Змістовний модуль 1. Загальні положення та основні гіпотези.						
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни ММК.						
Тема 2. Загальні положення деформування суцільного тіла.						
Тема 3 Метод перерізів.						
Усього за змістовним модулем 1	4	4				
Змістовний модуль 2. Епюри ВСФ та геометричні характеристики плоских перерізів						
Тема 4. Закономірності розподілу внутрішніх зусиль по довжині конструктивного елемента (КЕ).	50	10	8			32
Тема 5. Геометричні характеристики (ГХ) плоских перерізів.	12	4	2			6
Усього за змістовним модулем 2	62	14	10			38
Змістовний модуль 3. Теорія НДС						
Тема 6. Елементи теорії напруженого і деформованого стану (НДС).	6	4	2			
Усього за змістовним модулем 3	6	4	2			
Змістовний модуль 4. Механічні характеристики матеріалів.						
Тема 7. Механічні характеристики матеріалів.	12	2				10
Усього за змістовним модулем 4	12	2				10
Змістовний модуль 5. Розрахунки на міцність і жорсткість при простих деформаціях						
Тема 8. Розрахунки на міцність і жорсткість при простих деформаціях.	34	8	10			16
Модульний контроль	2		2			
Усього за змістовним модулем 5	36	8	12			16
Модуль 2						
Змістовний модуль 6. Складне навантаження						
Тема 9. Гіпотези (теорії) міцності	4	4				
Тема 10. Розрахунки на міцність брусів при складному навантаженні.	27	4	10			13
Усього за змістовним модулем 6	31	8	10			13
Змістовний модуль 7. Визначення переміщень в пружних системах						
Тема 11. Енергетичний метод визначення переміщень в пружних системах	24	4	8	2		10
Усього за змістовним модулем 7	24	4	8	2		10
Змістовний модуль 8. Метод сил						
Тема 12. Розрахунок статично невизначуваних систем енергетичним методом.	24	4	6	2		12
Усього за змістовним модулем 8	24	4	6	2		12
Змістовний модуль 9. Утомленість.						
Тема 13. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.	32	2				30
Усього за змістовним модулем 9	32	2				30
Змістовний модуль 10. Стійкість						
Тема 14. Стійкість поздовжньо стиснутих стержнів.	18	4	4	2		8
Усього за змістовним модулем 10	18	4	4	2		8
Змістовний модуль 11. Граничний стан						
Тема 15. Розрахунки конструкцій за граничним станом.	14	4	4			6
Усього за змістовним модулем 11	14	4	4			6
Змістовний модуль 12. Оболонки						
Тема 16. Розрахунок оболонок.	12	4	4			4
Усього за змістовним модулем 12	12	4	4			4
Змістовний модуль 13. Динамічні навантаження.						
Тема 17. Розрахунки на міцність при ударних навантаженнях	8	2	2	2		2
Модульний контроль	2		2			
Усього за змістовним модулем 13	10	2	4	2		2
Усього годин	285	64	64	8		149

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
-------	------------	-------------

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Побудова епюр внутрішніх зусиль при розтяганні-стисканні та при крученні.	2
2	Побудова епюр внутрішніх зусиль для консольної балки.	2
3	Побудова епюр внутрішніх зусиль для балки на двох опорах.	2
4	Побудова епюр внутрішніх зусиль для плоскої рами.	2
5	Геометричні характеристики плоских перерізів.	2
6	Теорія пружного стану: пряма і зворотна задачі. Теорія деформованого стану. Закон Гука при складному напруженому стані.	2
7-8	Розрахунок на міцність і жорсткість при розтяганні-стисканні. Статично визначувані і статично невизначувані стержневі системи. Температурні і монтажні напруження.	4
9	Розрахунок на міцність і жорсткість статично визначуваних і статично невизначуваних валів.	2
10-12	Розрахунок на міцність при плоскому згині. Напружений стан в характерних точках перерізів. Диференціальне рівняння пружної лінії балки. Модульний контроль.	6
13-14	Побудова епюр внутрішніх зусиль для плоского ломаного бруса.	4
15-16	Розрахунок бруса при складному навантаженні.	4
17	Косий згин. Позацентрове стискання.	2
18-21	Визначення переміщень перерізів бруса енергетичним методом. Інтеграл Максвелла-Мора. Спосіб Верещагіна.	8
22-23	Метод сил. Розрахунок на міцність статично невизначуваних рам.	4
24	Розрахунок на міцність багато прольотних балок.	2
25-26	Стійкість поздовжньо стиснутих стержнів. Діаграма стійкості. Розрахунок на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення основного допустимого напруження.	4
27-28	Розрахунки конструкцій за граничним станом при розтяганні-стисканні стержнів, згинанні балок із використанням принципу Лагранжа.	4
29-30	Розрахунок оболонок. Задача Ляме. Задача Лапласа.	4
31-32	Розрахунки на міцність при ударних навантаженнях. Модульний контроль.	4
	Разом	64

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Визначення переміщень перерізів плоского ломаного бруса.	2
2	Експериментальна перевірка метода сил.	2
3	Стійкість поздовжньо стиснутих стержнів.	2
4	Визначення коефіцієнта динамічності при ударних навантаженнях.	2
	Разом	8

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Побудова епюр внутрішніх силових факторів по довжині конструктивного елемента типа брус (тема 4).	32
2	Геометричні характеристики плоских перерізів (тема 5)	6
3	Механічні характеристики матеріалів (тема 7)	10
4	Розрахунки на міцність і жорсткість при простих деформаціях (тема 8)	16
5	Розрахунки на міцність брусів при складному навантаженні (тема 10)	13
5	Енергетичний метод визначення переміщень в пружних системах (тема 11)	10
6	Розрахунок статично невизначуваних систем методом сил (тема 12)	12
7	Розрахунок на міцність при дії повторно змінних навантажень (тема 13)	30
8	Стійкість поздовжньо стиснутих стержнів. (тема 14)	8
9	Розрахунки конструкцій за граничним станом. (тема 15)	6
10	Розрахунок оболонок. Задача Ляме. Задача Лапласа. (тема 16)	4
11	Розрахунки на міцність при ударних навантаженнях. (тема 17)	2
	Разом	149

9. Індивідуальні завдання

Виконання розрахунково-графічних робіт №1 і №2.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, лабораторних робіт, індивідуальні консультації, самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні та учбові посібники), виконання розрахунково-графічних робіт, проведення олімпіад.

11. Методи контролю

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

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)	Кільк. занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Виконання РГР №1	0...50	1	0...50
Виконання контрольних робіт	0...10	4	0...40
Відвідування лекцій та практичних занять	0...0,35	28	0...10
Усього за третій семестр			0...100
Модуль 2			
Виконання РГР №2	0...40	1	0...40
Виконання контрольних робіт	0...10	4	0...40
Відвідування лекцій та практичних занять	0...0,25	40	0...10
Виконання лабораторних робіт п	0...2,5	4	0...10
Усього за четвертий семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у випадку 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 2-х теоретичних запитань та 2-х задач. Максимальна кількість балів за кожне теоретичне питання – 20 балів, максимальна кількість балів за кожне практичне питання – 30 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 основних вмінь для одержання позитивної оцінки: 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. Здати РГР. При написанні модулів знайти відповіді на теоретичні запитання і показати хід рішення прикладних задач. Знати основні механічні характеристики матеріалів, їх розмірності. Вміти будувати епюри ВСР і обчислювати геометричні характеристики перерізів бруса

Добре (75–89). Твердо знати мінімум по оцінці міцності, жорсткості і стійкості конструктивних елементів типу брус. Захистити РГР. При написанні модулів показати повне рішення поставлених завдань. При написанні контрольних робіт оцінка повинна бути не нижче «добре». Вільно володіти методами розрахунків бруса (вал, балка, рама) як статично визначуваних систем, так і статично невизначуваних систем. Вміти підбирати надійні розміри бруса і оболонок в межах пружності і по несучій здатності. Проводити розрахунки конструктивних елементів на втомленість.

Відмінно (90–100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати усі теми та уміти їх застосовувати. Модульні контролю написати на оцінку, близьку до максимальної, здати і захистити РГР на максимальну оцінку. При виконанні лабораторних робіт показати самостійність і настирливість при досяганні цілі.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

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

Учбові посібники:

1. Побудова епюр внутрішніх силових факторів при розтяганні й стисканні. О. Г. Дібір, М. І. Пекельний, М. М. Гребенніков, А. О. Кіпкінін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2013. – 32 с.
2. Геометричні характеристики плоских перерізів. М. М. Гребенніков, М. І. Пекельний. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2018. – 92 с.
3. Розрахунок статично невизначених рам. М. М. Гребенніков, О. Г. Дібір, М. І. Пекельний, А. О. Кіпкінін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 48 с.
4. Опір матеріалів (розділ „Статично визначувані системи”). Конспект лекцій. Буланов В.В., Дібір О.Г. Уч. вид. „ХАІ”, 2002р.-136с.
5. Опір матеріалів (розділ „Статично невизначувані системи”). Конспект лекцій. Буланов В.В., Дібір О.Г. Уч. вид. „ХАІ”, 2004р.-152с.
6. Examples and Problems in Mechanics of Materials. Stress-Strain State at a Point of Elastic Deformable Solid/ V. Demenko. – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2009. – 292 p.
7. Fundamental terms and concepts in mechanics of materials. English-Russian-Ukrainian Lexicon / N. Doroshenko, M. Demenko, Ye. Pyzina, A. Shevchenko, V. Demenko. – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2010. – 76 p.
8. Geometrical Properties of Plane Areas/ V. Demenko. – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2006. – 90 p.
9. Mechanical Testing of Structural Materials/ V. Demenko. – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2012. – 50 p.
10. Physical Principles of Structural Materials Selection/ Ya. Karpov, V. Demenko, P. Lepikhin, O. Popova, V. Sikulskiy, A. Taran, I. Taranenko, T. Jastremska. – Textbook. – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2004. – 403 p.
11. Structural materials/ Ya. Karpov, V. Demenko, P. Lepikhin, O. Popova, R. Shevchuk, V. Sikulskiy, I. Taranenko, T. Yastremska – Handbook – Kharkiv: National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”, 2005. – 246 p.

14. Рекомендована література

Базова

1. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів, – 1-ше вид., – К.: Вища шк., 1993. - 654 с.
2. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів, – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2004. - 655 с.

Допоміжна

1. Расчет брусев на прочность и жесткость. Л. В. Литовский, М. Н. Гребенников. – Методические указания к выполнению домашнего задания. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 35 с.
2. Геометрические характеристики плоских сечений. М. Н. Гребенников, Н. И. Пекельный. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2015. – 92 с.
3. Расчет статически неопределимых рам. М. Н. Гребенников, А. Г. Дибир, Л. В. Литовский, О. В. Макаров, Н. И. Пекельный, Г. И. Юдин. – Учеб. пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 38 с.
4. Расчет статически неопределимых рам. М. Н. Гребенников, А. Г. Дибир, Л. В. Литовский, О. В. Макаров, Н. И. Пекельный, Г. И. Юдин. – Учеб. пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2013. – 48 с.

5. Расчет многопролетных неразрезных балок. Уравнение трех моментов. М. Н. Гребенников, А. Г. Дибир, Н. И. Пекельный. – Учеб. пособие. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2010. – 46 с.
6. Теории прочности. Сложное сопротивление. М. Н. Гребенников, Н. И. Пекельный. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2016. – 140 с.
7. Расчет на прочность при действии повторно-переменных нагрузок. Н. И. Пекельный, А. Г. Дибир. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2004. – 74 с.
8. Устойчивость продольно сжатых стержней. А.Г. Дибир, О.В. Макаров, Н.И. Пекельный. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 43 с.
9. Практические расчеты на прочность конструктивных элементов. Часть I. А. Г. Дибир, О. В. Макаров, Н. И. Пекельный, Г. И. Юдин, М. Н. Гребенников. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007. – 102 с.
10. Беляев Н.М. Сопротивление материалов, - М.: Наука, 1976.-608с.
11. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов, - М.: Наука, 1974.-560с.
12. Кривцов В.С., Полтарушников С.А. Сопротивление материалов, - Х.: Торнадо, 1999. - 359с
13. Ободовский В.А., Ханин С.В. Сопротивление материалов в примерах и задачах.- Х.: ХАИ, 1971.- 383с.
14. Корнілов Г.Л. Теорія пружності в прикладах та задачах. —„ХАІ”, 1994р., 196с.
15. Вольмир А.С. и др. Сборник задач по сопротивлению материалов,- М.: Наука, 1984,-408с.

15. Інформаційні ресурси

Сайт кафедри k102.khai.edu