

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Кафедра динаміки і міцності машин та опору матеріалів

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор ММІ

_____ М.І. Бобир
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2014 р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

КРЕДИТНОГО МОДУЛЯ 2

з дисципліни **“Опір матеріалів”**

для напрямку підготовки 6.050502 “Інженерна механіка”

для набуття в подальшому спеціальностей:

05050203 – Обладнання для обробки металів тиском

05050207 – Гідравлічні і пневматичні машини
(шифри та назви напрямів, спеціальностей)

форма навчання: денна

Програму рекомендовано кафедрою
ДММ та ОМ
протокол № 18 від 28 травня 2014 р.

Завідувач кафедри

_____ М.І. Бобир
(підпис) (ініціали, прізвище)

Київ – 2014

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Науково-технічний розвиток суспільства потребує від спеціалістів в галузі машинобудування постійного вдосконалення та покращання якості машин, що виробляються. Важливою умовою вирішення цього завдання є розв'язання питань пов'язаних з міцністю, жорсткістю та стійкістю елементів конструкцій, що є підґрунтям для їх надійної роботи.

Кредитний модуль I з дисципліни “Опір матеріалів” є першою частиною навчальної дисципліни, в якій викладаються методи розв'язання зазначених задач. Це найбільш загальна дисципліна про міцність машин і споруд без якої неможлива повноцінна фахова підготовка інженера будь-якої спеціальності.

Курс “Опір матеріалів” відноситься до загально інженерних дисциплін. Він ґрунтується у теоретичній частині на таких дисциплінах, як “Вища математика” та “Теоретична механіка”, а в експериментальній частині – на дисциплінах “Фізика” і “Матеріалознавство”. Знання здобуті студентами при вивченні цієї дисципліни використовуються в подальшому при вивченні таких курсів як “Деталі машин”, “Підйомно-транспортні машини” та інших спеціальних дисциплін..

II. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ

Програмою курсу передбачено крім лекційних занять проведення практичних занять і лабораторних робіт, що сприяє засвоєнню теоретичного матеріалу курсу і набуттю практичних навичок. Крім цього для практичного застосування одержаних знань студенти виконують курсову роботу, яка знайомить їх з практикою проведення інженерних розрахунків на міцність.

Семестр/ код кредитного модуля	Всього годин	Розподіл годин за видами занять						Кількість МКР	Вид інд. завд.	Семестрова атестація	
		Лекції	Практичні заняття	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	СРС				
							Всього				У тому числі на виконання індив. завд
4/ НФ-04/1	180	36	18	–	18	-	108	6	1	КР ч.2	екз.

III. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

При вивченні кредитного модуля I з дисципліни “Опір матеріалів” студенти опановують інженерні методи розрахунку на міцність і жорсткість при розтягу-стиску, зсуві, крученні і згині елементів машин та споруд в умовах статичного навантаження, В результаті вивчення дисципліни студенти набувають:

Знань:

- з механічних властивостей конструкційних матеріалів та методів експериментального їх визначення;
- методів розрахунків напружень і деформацій при різних видах навантаження елементів конструкцій;

- критеріїв міцності і пластичності матеріалів.

Умінь:

- експериментально визначити характеристики міцності, пластичності і пружності матеріалів при розтягуванні і стискуванні в умовах статичного навантаження;
- вибрати для даної конструкції і схеми її навантаження метод розрахунку і необхідну теорію міцності в залежності від матеріалу конструкції;
- розрахувати напружений і деформований стан конструкції;
- провести проектувальний і перевірний розрахунок стержневих конструкцій на міцність і жорсткість за

Навичок:

- аналізу напруженого та деформованого станів твердого тіла;
- розв'язання задач з оцінки міцності конструкцій та аналізу одержаних результатів;
- проведення експериментальних досліджень з метою перевірки правильності результатів теоретичного аналізу методами опору матеріалів;
- роботи з довідковою літературою.

IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

IV.1. РОЗПОДІЛ НАВЧАЛЬНОГО ЧАСУ ЗА ТЕМАМИ

Найменування розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять					
	Всього	Лекц.	Практ.	Семін.	Лабор.	СРС
Розділ 1. Загальні методи визначення переміщень.	17,5	4	2	-	4,5	7
Розділ 2. Статично невизначувані системи.	10,2	2	2	-	2,2	4
Розділ 3. Складний опір.	21,3	6	6	-	2,3	7
Розділ 4. Місцеві напруження.	7	4	-	-	-	3
Розділ 5. Стійкість стиснутих стержнів.	11,3	4	2	-	2,3	3
Розділ 6. Динамічне навантаження.	12,2	4	2	-	2,2	4
Розділ 7. Пружні коливання.	13,5	4	-	-	4,5	5
Розділ 8. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.	10	4	2	-	-	4

Розділ 9. Тонкостінні і товстостінні оболонки.	7	4	-	-	-	3
Модульна контрольна робота з тем 1 і 2.	4	-	2	-	-	2
Курсова робота. Ч. 2.	30	-	-	-	-	30
Підготовка до екзамену	36	-	-	-	-	36
Всього в семестрі:	180	36	18	-	18	108

IV.2. ЛЕКЦІЇ

Розділ 1. Загальні методи визначення переміщень.

Тема 1.1. Визначення переміщень методом Мора.

Лекція 1.

- Метод можливих переміщень Лагранжа.
- Визначення переміщень за допомогою інтеграла Мора.

Література [1], стор. 353 –371; [6], стор. 225 – 242; конспект лекцій.

Тема 1.2. Визначення переміщень способом Верещагіна.

Лекція 2.

- Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна.
- Теореми про взаємність робіт і переміщень.

Література [1], стор. 373 –379; [6], стор. 242 – 249; 254 – 259 ; конспект лекцій.

Розділ 2. Статично невизначувані системи.

Тема 2.1. Розрахунок статично невизначуваних систем

Лекція 3

- Основні поняття та визначення. Етапи розрахунку статично невизначуваної системи.
- Канонічні рівняння методу сил.
- Розрахунок статично невизначуваних систем, що зазнають дії температури.

Література [1], стор. 386 –404; [6], стор. 259 – 289; конспект лекцій.

СРС: Визначення переміщень у статично невизначуваних системах. Контроль правильності розв’язання статично невизначуваної системи.

Література [1], стор. 416 - 420; [6], стор. 259 – 297; конспект лекцій.

Розділ 3. Складний опір.

Тема 3.1. Складне і косе згинання

Лекція 4.

- Складне і косе згинання.

Література [1], стор. 324 –332; [6], стор. 207 – 211; конспект лекцій

Тема 3.2. Згинання з розтяганням (стисканням).

Лекція 5.

- Згинання з розтяганням (стисканням).
- Позацентрове розтягання (стискання).

Література [1], стор. 332 –338; [6], стор. 211 – 215; конспект лекцій

Тема 3.3. Згинання з крученням.

Лекція 6.

- Згинання з крученням круглих валів.
- Згинання з крученням стержнів прямокутного перерізу.

Література [1], стор. 338 –353; конспект лекцій.

Розділ 4. Місцеві напруження.

Тема 4.1. Тема: Концентрація напружень

Лекція 7.

- Поняття про концентрацію напружень. Теоретичний і ефективний коефіцієнти концентрації напружень.

Література [1], стор.103 – 106; 233 – 236; 261 – 265; конспект лекцій

Тема 4.2. Контактні напруження

Лекція 8.

- Визначення розміру контактної площадки і контактних напружень.
- Розрахунок на контактну міцність.

Література [1], стор. 613 –622; конспект лекцій.

Розділ 5. Стійкість стиснутих стержнів.

Тема 5.1. Розрахунок на стійкість за допомогою формули Ейлера.

Лекція 9.

- Стійка та нестійка пружна рівновага .
- Формула Ейлера для визначення критичної сили стиснутого стержня.
- Вплив умов закріплення кінців стержня на значення критичної сили. Критичні напруження. Умови придатності формули Ейлера.

- Поняття про втрату стійкості при напруженнях, що перевищують границю пропорційності.

Література [1], стор. 491 –502; [6], стор. 505 – 527; конспект лекцій.

Тема 5.2. Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнта поздовжнього згину

Лекція 10.

- Розрахунки на стійкість за допомогою коефіцієнтів зменшення основного допустимого напруження.
- Про добір матеріалу і раціональних форм поперечних перерізів для стиснутих стержнів.

Література [1], стор. 502 –508; конспект лекцій.

Розділ 6. Динамічне навантаження.

Тема 6.1. Динамічне навантаження тіл, що рухаються прискорено.

Лекція 11.

- Поняття про динамічне навантаження.
- Рух тіла з постійним прискоренням. Урахування сил інерції в розрахунках на міцність і жорсткість.

Література [1], стор. 302 –304; конспект лекцій.

Тема 6.2. Ударне навантаження.

Лекція 12.

- Поняття про ударне навантаження. Коефіцієнт динамічності.
- Механічні властивості матеріалів при ударі.

Література [1], стор. 590 –613; конспект лекцій.

Розділ 7. Пружні коливання.

Тема 7.1. Вільні коливання.

Лекція 13.

- Класифікація механічних коливань.
- Власні гармонійні коливання пружної системи з одним ступенем вільності. Визначення власної частоти коливань.

Література [1], стор. 515 –527; конспект лекцій

Тема 7.2. Вимушені коливання

Лекція 14.

- Вимушені коливання пружних систем з одним ступенем вільності.
- Резонанс. Визначення напружень при коливаннях.
- Критична швидкість обертання вала.

Література [1], стор. 527 –540; конспект лекцій.

Розділ 8. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.

Тема 8.1. Явище втоми матеріалів

Лекція 15.

- Характеристики циклів навантаження.
- Криві втоми. Границя витривалості.
- Діаграма граничних амплітуд.

Література [1], стор. 562 –573; [6], стор. 471 – 497; конспект лекцій

Тема 8.2. Розрахунок на витривалість

Лекція 16.

- Вплив експлуатаційних, конструктивних і технологічних факторів на границю витривалості.
- Розрахунок на міцність при повторно-змінних навантаженнях.

Література [1], стор. 573 –590; [6], стор. 497 – 504; конспект лекцій.

Розділ 9. Тонкостінні і товстостінні оболонки.

Тема 9.1. Тонкостінні оболонки.

Лекція 17.

- Основні поняття та визначення.
- Визначення напружень в осесиметричних оболонках по безмоментній теорії.
- Розрахунки сфери, циліндра, тонкостінного конуса.

Література [1], стор. 459 - 466; [6], стор.398 – 405; конспект лекцій

Тема 9.2. Товстостінні циліндри.

Лекція 18.

- Основні рівняння для товстостінної труби (задача Ламе).
- Розрахунок складених циліндрів.

Література [1], стор. 436 –444; [6], стор.379 – 395; конспект лекцій.

IV.3. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1. Визначення переміщень методом Мора. Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна (тема 1).
5. Розрахунки статично невизначних балок та рам (тема 2).
6. МКР: розрахунок на міцність статично невизначних систем (теми 1 і 2).
4. Розрахунок на міцність при складному і косому згинанні (тема 3).
2. Розрахунок на міцність при позацентровому розтягу (стиску) (тема 3).

3. Розрахунок круглого вала на згинання з крученням. (тема 3).
 7. Розрахунок на стійкість стиснутих стержнів (тема 5).
 8. Розрахунки при ударних навантаженнях (тема 6).
 9. Розрахунки при повторно-змінних навантаженнях і коливаннях (теми 7, 8).
- Література: [2,7]*

IV.4. ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

1. Лаб. робота 1. Визначення переміщень в балці при згинанні (тема 1).
2. Лаб. робота 2. Теорема про взаємність переміщень (тема 1).
3. Лаб. робота 3. Визначення реакції опори в статично невизначній балці (тема 2).
4. Лаб. Робота 4. Дослідна перевірка теорії косоного згинання (тема 3).
5. Лаб. робота 5. Стійкість стиснутих стержнів (тема 5).
6. Лаб. робота 6. Визначення ударної в'язкості матеріалів (тема 6).
7. Лаб. робота 7. Визначення власної частоти коливальних системи з одним ступенем вільності (тема 7).
8. Лаб. робота 8. Дослідження коливань балки резонансним методом (тема 7).
8. Залікове заняття.

Література: [3,4].

IV.5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

В процесі вивчення курсу студенти виконують курсову роботу, яка складається з ряду послідовних розрахунків, що охоплюють основні задачі курсу опору матеріалів. В процесі виконання курсової роботи студент повинен розібратися, як працює конструктивний елемент, як він навантажений, визначити внутрішні силові фактори, проаналізувати напружено-деформований стан та виконати необхідні розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість. Виконання курсового проекту сприяє активному творчому засвоєнню матеріалу, розвитку уміння використовувати теоретичний матеріал для розв'язання практичних задач.

Курсова робота складається з двох частин, які виконуються і захищаються відповідно в 3 і 4 семестрах. Друга частина роботи включає наступні задачі:

- Статично невизначні системи. Задачі №1, №2 [5].
- Розрахунки при складному опорі. Задачі №3 - №6 [5].
- Розрахунок стержня на стійкість. Задача №7 [5].
- Розрахунок на міцність при динамічному навантаженні. Задачі №8, №9 [5].
- Розрахунок на міцність при повторно-змінному навантаженні. Задача №10 [5].

IV.6. КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ.

В четвертому семестрі після завершення вивчення тем 1 і 2 студенти виконують модульну контрольну роботу, яка включає задачі на визначення переміщень в стержневих системах. Метою МКР є закріплення теоретичних знань і набуття навичок розв'язування практичних задач.

V. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

На практичних заняттях розв'язують задачі, що відповідають окремим темам курсу. Особлива увага приділяється типовим задачам, що складають курсову роботу (КР). Під час самостійного розв'язання задач КР студенти можуть користуватися методичними вказівками [5]. Кожна задача КР повинна бути захищена. Під час захисту студент повинен знати теоретичний матеріал, який використовується для розв'язання задачі, а також розв'язати тестовий приклад. За результатами захисту окремих задач проставляється оцінка за КР та кількість набраних балів. Для підготовки до лекцій, практичних, а також виконання і захисту КР студенти користуються конспектом лекцій, підручниками і методичними вказівками, наведеними нижче.

VI. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Опір матеріалів: Підручник / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський; За ред. Г.С. Писаренка. - К.: Вища шк., 1993. - 655 с.
2. Сборник задач по сопротивлению материалов / Под ред. В. К. Качурина. – М.; Наука, 1972. – 430 с.
3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Опір матеріалів” / Укл. Б.І.Ковальчук, Д.Ю.Шпак, Г.Є.Візерська, Ю.М.Толокнов. – К.: КПІ, 1994.– 40 с.
3. Журнал лабораторних робіт з дисципліни “Опір матеріалів” для студентів усіх спеціальностей денної та вечірньої форм навчання / Київ, НВЦ "Надійність", НТУУ "КПІ", 1999, 28с.
4. Методичні вказівки до курсової роботи з дисципліни "Опір матеріалів" Частина II. / Київ, НВЦ "Надійність", НТУУ "КПІ", 1999, 40с.

Додаткова література

5. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 589 с.
6. Уманский А.А. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Наука, 1973. – 387 с.
9. Биргер И.А. Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов.-М: Наука, 1986
10. Прочность, устойчивость, колебания: Справ.: В 3 т. Под ред. И.А. Биргера, Я.Г.Пановко,- М.: Машиностроение, 1968.

Робоча навчальна програма складена на основі навчальної програми з опору матеріалів, затвердженої директором ММІ НТУУ “КПІ” Бобирем М.І.

Розробник програми кандидат технічних наук, доцент Заховайко О.П.

_____ (Заховайко О.П.)