

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Будівельна механіка і гідравліка”**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

**дисципліни**

***“БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА ЗАЛІЗНИЧНОГО  
РУХОМОГО СКЛАДУ”***

**для студентів спеціальності 7.100501  
«Рухомий склад та спеціальна техніка  
залізничного транспорту. Локомотиви»  
з урахуванням модульної системи**

**Харків - 2010**

Програму розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Будівельна механіка і гідравліка» 20 листопада 2008 р., протокол № 4.

Рекомендується для студентів механічних спеціальностей транспортних ВНЗ:  
курс – 3-й, семестр – 5-й (денна форма навчання);  
курс – 4-й, семестр – 7-й (заочна форма навчання);  
курс – 4-й, семестр – 8-й (заочна форма навчання, скорочена).

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу”  
д-р техн. наук, проф.

Е.Д. Тартаковський

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,  
І.А. Жакін

Рецензент

проф. О.Г. Кіслов (ХНАДУ)

## РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

дисципліни

### “БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ”

для студентів спеціальності 7.100501  
«Рухомий склад та спеціальна техніка  
залізничного транспорту. Локомотиви»  
з урахуванням модульної системи

Відповідальний за випуск Веревічева М.А.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 24.12.08 р.  
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 0,75. Обл.-вид.арк. 1,0.  
Замовлення № Тираж 50. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**УКРАЇНЬСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Будівельна механіка і гідравліка»**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

дисципліни

**“БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА ЗАЛІЗНИЧНОГО  
РУХОМОГО СКЛАДУ”**

для студентів спеціальності 7.100501  
«Рухомий склад та спеціальна техніка  
залізничного транспорту. Локомотиви»  
з урахуванням модульної системи

Голова методичної комісії будівельного факультету  
к.т.н., доц. Л.В. Трикоз

Декан будівельного факультету  
к.т.н., доц. О.О. Скорик

Завідувач кафедри будівельної механіки та гідравліки  
д.т.н., проф. Е.Д. Чихладзе

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,  
І.А. Жакін

Харків 2009

Програма розглянута та рекомендована до друку на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки, протокол № 4 від 20 листопада 2008 р.,

Рекомендується для студентів механічних спеціальностей транспортних вузів:

Курс – 3-й, семестр – 5-й (денна форма навчання)

Курс – 4-й, семестр – 7-й (заочна форма навчання)

Курс – 4-й, семестр – 8-й (заочна форма навчання, скорочена)

“ПОГОДЖЕНО”

Завідувач кафедри “Експлуатація та ремонт рухомого складу”

д.т.н., проф. Е.Д. Тартаковський

Укладачі:

доценти М.А. Веревічева,  
І.А. Жакін

Рецензент:  
проф. Кіслов О.Г.

## ВСТУП

Мета і завдання курсу полягають у тому, щоб навчити студентів правильно виконувати розрахунки конструкцій машин та рухомого складу залізниць на міцність, жорсткість і стійкість, правильно вибирати конструкційні матеріали на основі набутих навичок лабораторних досліджень їхніх властивостей, кваліфіковано вибирати форму поперечного перерізу деталі, при якій забезпечується мінімум витрат матеріалу.

В процесі викладання цих курсів необхідно приділяти найбільше уваги формуванню у студентів творчого мислення, вміння пов'язувати у єдине ціле інженерну постановку задачі, розрахунок та проектування різних конструкцій та споруд, сучасні тенденції розвитку науки і техніки.

Програма в достатньому обсязі відповідає вимогам, виконання яких необхідно для виховання висококваліфікованих інженерів з механічних спеціальностей транспортних ВНЗ. Вона передбачає викладання теоретичних питань у тісному зв'язку з фізико-механічними властивостями матеріалів при різних умовах навантаження та роботи.

Для закріплення досвіду та придбання навичок самостійної роботи студентів передбачені розрахункові роботи, що виконуються за допомогою комп'ютера.

Для студентів заочної форми навчання необхідно рекомендувати такі навчальні посібники, в яких містилися б відомості з теорії, приклади розрахунків, інструкції з користування програмами на комп'ютері з тестовими прикладами.

Програма курсу для студентів заочної, заочної (скороченої) форм навчання та витрати часу на самостійну роботу студентів усіх форм навчання наведені у додатках А – В.

Даний курс базується на вивченні дисциплін „Опір матеріалів”, „Вища математика”, „Фізика”, „Теоретична механіка”, „Матеріалознавство”.

Програма складається зі змісту курсу за модулями, змісту практичних занять, рекомендованого переліку розрахункових робіт, контрольних запитань, списку

рекомендованої навчальної літератури.

**Розподіл навчального часу за видами навчальних  
занять**

<b>5-Й СЕМЕСТР</b>				
Кредитний модуль	Загальний обсяг годин на потік	Самостійна робота год/кред. на 1 студ.	Види занять і кількість балів	
<b>МОДУЛЬ 1</b>				
Лекції	9 / 0.25	9 / 0.25	Якість і повнота конспекту	10
Практичні заняття	68 / 1.89	17 / 0.47	Активність і готовність до практичних занять	30
Консультації	10 / 0.28			
Розрахункові завдання	46 / 1.28	11.5 / 0.32	Домашні розрахункові роботи	30
Оформлення модуля	23 / 0.64	5.75 / 0.16	Тестування	30
Разом	156 / 4.33	43.25 / 1.20	Разом	100
<b>МОДУЛЬ 2</b>				
Лекції	8 / 0.22	8 / 0.22	<i>Критерії оцінок</i> (90 – 100)/5, А (82 – 89)/4, В (75 – 81)/4, С (69 – 74)/3, D (60 – 68)/3, Е (35 – 59)/2, FХ (0 – 34)/2, F	
Практичні заняття	68 / 1.89	17 / 0.47		
Консультації	10 / 0.28			
Розрахункові завдання	46 / 1.28	11.5 / 0.32		
Оформлення модуля	23 / 0.64	5.75 / 0.16		
Іспит	15 / 0.42			
Разом	170 / 4.72	42.25 / 1.17		
Разом за семестр	326 / 9.06	85.5 / 2.375		
Вид контролю	Іспит			

## **МОДУЛЬ 1**

### ***Лекційні заняття***

#### ***Аналіз розрахункових схем***

Мета і задачі курсу будівельної механіки. Види споруд та їх особливості. Реальна будівля та її розрахункова схема. Класифікація навантажень. Кінематичний аналіз розрахункових схем. Поняття ступеня свободи і зв'язку. Число ступенів свободи систем, складених з дисків. Визначення числа ступенів свободи для шарнірно-стержневих систем. Достатні ознаки незмінності систем. Миттєво змінювані системи. Способи утворення геометрично незмінюваних систем.

#### ***Теорія переміщень***

Дійсна і можлива робота зовнішніх сил. Дійсні і можливі переміщення. Теорема Клапейрона. Робота зовнішніх сил, виражена через внутрішні зусилля. Теорема Бетті про взаємність можливих робіт і висновок з неї. Формула Мора для визначення переміщень. Практичні способи обчислення інтегралів Мора. Формули Верещагіна, Сімпсона – Корноухова. Матрична форма обчислення переміщень. Переміщення від температурних впливів і зсуву опорних чи інших зв'язків.

#### ***Розрахунок статично невизначних систем методом сил***

Основна система. Канонічні рівняння. Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь. Визначення невідомих. Побудова розрахункових епюр. Контроль обчислень у методі сил. Матрична форма розрахунку. Застосування ЕОМ. Розрахунок статично невизначних систем на вплив температури і зсув зв'язків (натяги при складанні конструкції). Розрахунок симетричних систем на симетричне та несиметричне навантаження. Введення жорстких консолей. Особливості розрахунку статично невизначних просторових рам методом сил.

### ***Контрольні запитання***

#### ***Аналіз розрахункових схем***

- 1 Визначення геометрично незмінюваної та геометрично змінюваної системи.
- 2 Ознаки миттєвої змінюваності.
- 3 Способи утворення геометрично незмінюваних систем.
- 4 Що називається статично невизначною системою?
- 5 Формули визначення ступеня статичної невизначності для різних систем.
- 6 Що називається ступенем свободи системи?
- 7 Аналіз системи на підставі числа ступенів свободи.

#### ***Теорія переміщень***

- 1 Що називається дійсним переміщенням?
- 2 Що називається можливим переміщенням?
- 3 Що називається дійсною роботою сили?
- 4 Формула Клапейрона для визначення дійсної сили.
- 5 Що називається можливою роботою сили?
- 6 Формула для визначення можливої роботи.
- 7 Теорема взаємності можливих робіт та висновки з неї.
- 8 Вирази для дійсної та можливої робіт через внутрішні зусилля. Інтеграл Мора.
- 9 Потенційна енергія внутрішніх сил.



- 10 Правило визначення переміщень за методом Мора від зовнішнього навантаження.
- 11 Визначення переміщень за методом Мора від перепаду температур.
- 12 Визначення переміщень за методом Мора від осідання опор.
- 13 Методи Верещагіна та Сімпсона для перемноження епюр.

### ***Розрахунок статично невизначних систем методом сил***

- 1 Основна система.
- 2 Система канонічних рівнянь. Смысл канонічних рівнянь.
- 3 Що є невідомими системи канонічних рівнянь?
- 4 Визначення коефіцієнтів канонічних рівнянь. Їх властивості.
- 5 Перевірка коефіцієнтів канонічних рівнянь.
- 6 Визначення невідомих.
- 7 Побудова розрахункових епюр.
- 8 Контроль обчислень у методі сил.
- 9 Матрична форма розрахунку.
- 10 Розрахунок статично невизначних систем на вплив температури і зсув зв'язків.
- 11 Розрахунок симетричних систем на симетричне та несиметричне навантаження. Введення жорстких консолей.
- 12 Особливості розрахунку статично невизначних просторових рам методом сил.

### ***Перелік розрахунково-графічних робіт***

- 1 Розрахунок плоских статично невизначних рам методом сил з використанням ЕОМ.

## **МОДУЛЬ 2**

### ***Лекційні заняття***

### ***Розрахунок тонких пластинок***

Класифікація пластинок. Гіпотези, прийняті в теорії згинання тонких пластинок. Вирази згинальних і крутних моментів через функцію прогинів. Основне диференціальне рівняння згинання пластинки в прямокутних координатах (рівняння Софі Жермен – Лагранжа). Граничні умови. Розв'язання диференційного рівняння рівноваги для пластинки, дві протилежні грані якої шарнірно обперті. Методи Нав'є і Моріса – Леві. Найпростіші вісесиметричні задачі на згинання круглих суцільних і кільцевих пластинок.

### ***Контрольні запитання***

#### ***Розрахунок тонких пластинок***

- 1 Класифікація пластинок. Визначення. Гіпотези.
- 2 Деформації при згинанні пластинок.
- 3 Зв'язок напружень і деформацій.
- 4 Вирази згинальних і крутних моментів через функцію прогинів.
- 5 Диференційне рівняння рівноваги.
- 6 Граничні умови.
- 7 Розв'язання задачі про згинання пластинок, дві протилежні грані яких шарнірно обперті, а дві інші – закріплені різним способом.
- 8 Розв'язання вісесиметричної задачі на згинання круглих суцільних і кільцевих пластинок.

### ***Перелік розрахунково-графічних робіт***

- 1 Розрахунок тонких пластинок з використанням ЕОМ.

### ***Практичні заняття***

Основна мета практичних занять – розвиток у студентів

навичок самостійної роботи при розв'язанні інженерних задач, які мають безпосереднє відношення до майбутньої спеціальності. На прикладах з практики проектування та експлуатації об'єктів транспорту та транспортного будівництва показуються прикладення основних положень курсу, його методичного базису.

### ***Перелік програм для розрахунку та контролю конструкцій на комп'ютері***

- 1 Визначення внутрішніх сил у статично визначних балках і рамах з побудовою епюр.
- 2 Визначення геометричних характеристик складних плоских перерізів.
- 3 Визначення геометричних та секторіальних характеристик перерізів тонкостінних стержнів.
- 4 Розрахунок статично визначних балок на міцність і жорсткість з доборою перерізів.
- 5 Розрахунки на складний опір (згин з крученням, косий згин, позацентровий стиск) і стійкість.
- 6 Дослідження плоского і об'ємного напружених станів у точці.
- 7 Розрахунок статично невизначних рам з побудовою епюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  і епюри переміщення вузлів.
- 8 Розрахунок розпірних систем на нерухоме і рухоме навантаження.
- 9 Розрахунок пластин при згинанні аналітичним методом.
- 10 Розрахунок пластин при згинанні методом скінченних різниць.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

- 1 Дарков А.В., Кузнецов В.И. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1962. – 743 с.
- 2 Чихладзе Э.Д. Строительная механика. – Харьков: УкрГАЗТ, 2002. – 300 с.
- 3 Снитко Н.К. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1980. – 431 с.
- 4 Строительная механика стержневых систем и оболочек / Под ред. Ю.И. Бутенко. – К.: Вища школа, 1980. – 488 с.

- 5 Строительная механика: Руководство к практическим занятиям / Под ред. Ю.И. Бутенко. – К.: Вища школа, 1989. – 367 с.
- 6 Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, В.Я. Лащенко, Н.Н. Шапошников; Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981. – 512 с.
- 7 Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Наука, 1963. – 635 с.
- 8 Коллатц Л. Численные методы решения дифференциальных уравнений. – М.: Иностран. лит., 1953. – 452 с.

### **Додаток А**

## **Витрати часу на самостійну роботу студента денної форми навчання з курсу «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»**

### **5 СЕМЕСТР**

<b>Складова самостійної роботи</b>	<b>Час, год</b>
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	8
Підготовка до практичних та лабораторних занять	8
Підготовка до тестового контролю, контрольних робіт та інших форм поточного контролю	11
Підготовка до модульного контролю та іспиту	12
Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок плоскої статично невизначної рами методом сил з використанням ЕОМ (вибір основної системи; складання системи канонічних рівнянь; визначення зайвих невідомих; побудова епюр згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил у статично невизначній рамі)	12
2 Розрахунок пластин (тонких плит) ( визначення зусиль, напружень та прогинів у точках тонкої пластинки з використанням ЕОМ)	6
<b>Разом</b>	<b>57</b>

### **Загальний розподіл часу**

	<b>5 семестр</b>
Разом на самостійну роботу	<b>57</b>
На розрахункові роботи	<b>18</b>

## **Додаток Б**

### ***Програма курсу для студентів заочної форми навчання з курсу «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»***

#### **7 СЕМЕСТР**

Лекції – 12 год  
Практичні заняття – 12 год  
Контрольні роботи – 2  
Іспит

#### ***Зміст лекцій***

Теорія переміщень. Розрахунок статично невизначних систем методом сил. Згинання пластинок.

#### ***Перелік контрольних робіт***

- 1 Розрахунок статично невизначної рами методом сил з використанням ЕОМ.
- 2 Розрахунок пластин (тонких плит).

#### ***Зміст практичних занять***

- 1 Розрахунок переміщень.
- 2 Розрахунок статично невизначних систем методом сил.
- 3 Згинання пластинок.

**Витрати часу на самостійну роботу студента  
заочної форми навчання з курсу  
«БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»**

**7 СЕМЕСТР**

Складова самостійної роботи	Час, год
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	12
Підготовка до практичних занять	10
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	10
Підготовка до іспиту	15
Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок плоскої статично невизначної рами методом сил з використанням ЕОМ (вибір основної системи; складання системи канонічних рівнянь; визначення зайвих невідомих; побудова епюр згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил у статично невизначній рамі)	25
2 Розрахунок пластин (тонких плит) ( визначення зусиль, напружень та прогинів у точках тонкої пластинки з використанням ЕОМ)	20
<b>Разом</b>	<b>92</b>

**Загальний розподіл часу**

	7 семестр	Разом
Разом на самостійну роботу	<b>92</b>	<b>92</b>
На розрахункові роботи	<b>45</b>	<b>45</b>

## **Додаток В**

### ***Програма курсу для студентів заочної (скороченої) форми навчання з курсу «БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА»***

#### **8 СЕМЕСТР**

Лекції – 6 год  
Практичні заняття – 8 год  
Контрольні роботи – 2  
Іспит

#### ***Зміст лекцій***

Теорія переміщень. Розрахунок статично невизначних систем методом сил. Згинання пластинок.

#### ***Перелік контрольних робіт***

- 1 Розрахунок статично невизначної рами методом сил з використанням ЕОМ.
- 2 Розрахунок пластин (тонких плит).

## ***Зміст практичних занять***

- 1 Розрахунок переміщень.
- 2 Розрахунок статично невизначних систем методом сил.
- 3 Згинання пластинок.

### ***Витрати часу на самостійну роботу студента заочної (скороченої) форми навчання з курсу « БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА »***

#### **8 СЕМЕСТР**

<b>Складова самостійної роботи</b>	<b>Час, год</b>
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	15
Підготовка до практичних занять	10
Підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю	13
Підготовка до іспиту	15
Виконання розрахункових робіт	
1 Розрахунок плоскої статично невизначної рами методом сил з використанням ЕОМ (вибір основної системи; складання системи канонічних рівнянь; визначення зайвих невідомих; побудова епюр згинальних моментів, поперечних та поздовжніх сил у статично невизначній рамі)	25
2 Розрахунок пластин (тонких плит) ( визначення зусиль, напружень та прогинів у точках тонкої пластинки з використанням ЕОМ)	20
<b>Разом</b>	<b>98</b>

#### **Загальний розподіл часу**

	<b>8 семестр</b>	<b>Разом</b>
--	------------------	--------------



Разом на самостійну роботу	<b>98</b>	<b>98</b>
На розрахункові роботи	<b>45</b>	<b>45</b>