

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Будівельна механіка і гідравліка”**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

**дисципліни**

**“БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА”**

**для студентів спеціальності 7.100502 “Залізничні  
споруди, колія та колійне господарство”  
з урахуванням модульної системи**

**Харків - 2010**

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

Рекомендується для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів:

курс – 3-й, семестри – 5-й та 6-й (денна форма навчання);

курс – 4-й, семестри – 7-й та 8-й (заочна форма навчання);

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

“ПОГОДЖЕНО”  
Завідувач кафедри  
“Колія та колійне  
господарство”  
к.т.н., доц. В.П. Шраменко

“ПОГОДЖЕНО”  
Завідувач кафедри  
“Будівельні матеріали,  
конструкції та споруди”  
д.т.н., проф. А.А. Плугін

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА  
дисципліни  
“БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА”  
для студентів спеціальності 7.100502 “Залізничні споруди,  
колія та колійне господарство”  
з урахуванням модульної системи

Укладачі:

проф. Е.Д. Чихладзе,  
доц. Г.Л. Ватуля

Рецензент  
проф. О.Г. Кіслов

Відповідальний за випуск Ватуля Г.Л.

Редактор Решетилова В.В.

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

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО  
ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Будівельна механіка і гідравліка»**

**РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА**

дисципліни  
**“БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА”**

для студентів спеціальності 7.100502 “Залізничні споруди,  
колія та колійне господарство” з урахуванням  
модульної системи

Харків 2010

Програму розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки 20 листопада 2008 р., протокол № 4.

Рекомендується для студентів будівельних спеціальностей транспортних вузів:

курс – 3-й, семестри – 5-й та 6-й (денна форма навчання);

курс – 4-й, семестри – 7-й та 8-й (заочна форма навчання);

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

“ПОГОДЖЕНО”  
Завідувач кафедри “Колія та  
колійне  
господарство”  
к.т.н., доц. Шраменко В.П.

“ПОГОДЖЕНО”  
Завідувач кафедри  
“Будівельні матеріали,  
конструкції та споруди”  
д.т.н., проф. Плугін А.А.

Укладачі:

проф. Е.Д. Чихладзе,  
доц. Г.Л. Ватуля

Рецензент  
проф. О.Г. Кіслов

## ВСТУП

Будівельна механіка – наука, яка займається розробленням принципів і методів розрахунку споруд на міцність, жорсткість і стійкість. Якщо об'єктом вивчення в опорі матеріалів були окремі елементи споруд, то об'єктом вивчення в будівельній механіці є споруда в цілому.

Мета та задача курсу – навчити студентів кваліфіковано виконувати розрахунки транспортних споруд та конструкцій на вказані види розрахунків, правильно вибирати конструкційні матеріали та форми, які відповідали б вимогам показників безпеки, економічності та ефективності.

У процесі викладання цього курсу необхідно приділяти найбільше уваги формуванню у студентів творчого мислення, вміння зв'язувати в єдине ціле інженерну постановку задач, розрахунок та проектування різноманітних конструкцій та споруд, сучасні тенденції розвитку науки, техніки, будівництва.

Ця програма в достатньому обсязі відповідає вимогам, виконання яких необхідне для підготовки висококваліфікованих інженерів з будівельних спеціальностей транспортних вузів. Вона передбачає викладання теоретичних питань в тісному зв'язку з фізико-механічними властивостями будівельних матеріалів при різноманітних умовах навантаження та роботи.

Для закріплення досвіду та набуття практичних навичок самостійної роботи студентів передбачені індивідуальні розрахункові роботи, що виконуються за допомогою ЕОМ.

Для студентів заочної форми рекомендовані такі навчальні посібники, в яких містяться відомості з теорії, приклади розрахунків, програми на ЕОМ з інструкціями та тестовими прикладами. Цей курс базується на вивченні дисциплін “Математика”, “Опір матеріалів”.

Програма складається зі змісту курсу за модулями, змісту практичних занять, рекомендованого переліку розрахункових робіт, рекомендованого переліку програм розрахунку на ЕОМ, списку навчальної літератури.

## Розподіл навчального часу за видами навчальних занять

Кредитний модуль	Загальний обсяг годин на потік	Самостійна робота, год	Види занять і кількість балів	
<b>5-й С Е М Е С Т Р</b>				
<b>МОДУЛЬ 1</b>				
Лекції	8 / 0,22	8	<i>Вимоги кафедри</i>	
			Якість і повнота конспекту	10
Практичні заняття	66 / 1,83	33	Активність і готовність до практичних занять	10
			Консультації	40
РГР	35 / 0,97	35	Домашні розрахункові роботи	40
Оформлення модуля	8		Тестування	40
Іспит	6			
<b>МОДУЛЬ 2</b>				
Лекції	9 / 0,25	9	<i>Критерії оцінок</i>	
			90 – 100 / 5	A
Практичні заняття	70 / 1,94	35	82 – 89 / 4	B
			75 – 81 / 4	C
Консультації	12		69 – 74 / 3	D
РГР	40 / 1,11	40	60 – 68 / 3	E
Оформлення модуля	11		35 – 59 / 2	FX
Іспит	7		0 – 34 / 2	F
Разом	280 / 7,78			

<b>6-й СЕМЕСТР</b>				
<b>МОДУЛЬ 1</b>				
Лекції	16 / 1	16	<i>Вимоги кафедри</i>	
			Якість і повнота конспекту	10
Практичні заняття	70 / 1,3	48	Активність і готовність до практичних занять	10
Консультації	12			
РГР	35 / 0,97	35	Домашні розрахункові роботи	40
Оформлення модуля	8		Тестування	40
Іспит	6			
<b>МОДУЛЬ 2</b>				
Лекції	20 / 0,55	20	<i>Критерії оцінок</i>	
Практичні заняття	74 / 2,05	37	90 – 100 / 5	A
			82 – 89 / 4	B
Консультації	13		75 – 81 / 4	C
РГР	40 / 1,11	40	69 – 74 / 3	D
Оформлення модуля	11		60 – 68 / 3	E
			35 – 59 / 2	FX
Іспит	7		0 – 34 / 2	F
Разом	647 /			



## 5 С Е М Е С Т Р

### МОДУЛЬ 1

#### *Лекційні заняття*

##### ***Загальні положення***

Мета та задачі будівельної механіки. Види споруд та їх особливості. Навантаження та дії. Реальна будівля та її розрахункова схема. Кінематичний аналіз будівель. Визначення числа ступеня свободи будівель, складених з дисків, з'єднаних між собою шарнірами. Визначення числа ступеня свободи шарнірно-стержневої системи (ферми). Миттєво змінювані системи. Ознаки геометрично змінюваних систем.

##### ***Багатопрольотні статично визначні балки***

Розрахунок багатопрольотних статично визначних балок на нерухоме і рухоме навантаження. Матрична форма розрахунку. Лінії впливу опорних реакцій в простих балках. Лінії впливу згинальних моментів та поперечних сил в перерізах простих балок. Зв'язок матриці впливу та лінії впливу. Лінії впливу при вузловій передачі навантаження. Кінематичний метод побудови ліній впливу. Лінії впливу для багатопрольотних статично визначних балок. Завантаження ліній впливу рухомим і нерухомим навантаженнями: визначення зусиль від зосереджених сил; розподіленого навантаження; зосередженого моменту. Властивості прямокутної ділянки лінії впливу.

##### ***Контрольні запитання***

1 Чим відрізняється будівельна механіка від опору матеріалів?

2 Що таке розрахункова схема споруди?

3 В чому полягає задача кінематичного аналізу розрахункових схем?

4 Що таке степінь свободи системи?

5 Чому дорівнює степінь свободи точки на площині?

6 Що таке диск у випадку плоскої розрахункової схеми?

7 Вкажіть формулу Чебишева для визначення числа степенів свободи плоскої системи.

8 Вкажіть формулу для визначення числа степенів свободи в плоских фермах.

9 В чому полягає задача геометричного аналізу розрахункових схем?

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

1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ.

2 Розрахунок плоскої статично визначної ферми на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ.

## **МОДУЛЬ 2**

### ***Лекційні заняття***

#### ***Статично визначні плоскі ферми***

Класифікація ферм. Визначення зусиль у стержнях ферм. Спосіб вирізання вузлів. Спосіб перерізу. Спосіб заміни в'язів. Лінії впливу зусиль у фермах. Лінії впливу зусиль в стержнях консольних ферм. Лінії впливу зусиль в стержнях консольно-балочних ферм. Лінії впливу зусиль в стійках ферм з двоярусними шпренгелями. Визначення зусиль по лініях впливу.

#### ***Розпірні системи***

Розрахунок тришарнірної арки на рухоме і нерухоме навантаження. Особливості розрахунку тришарнірної арки з

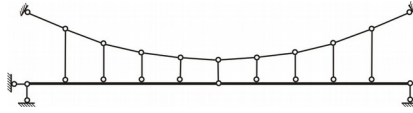
затяжкою. Розрахунок систем, які включають тришарнірну арку. Розрахунок тришарнірних рам. Розрахунок арочних ферм. Розрахунок комбінованих систем.

### ***Теорія переміщень***

Робота внутрішніх та зовнішніх сил. Можливі переміщення та можлива робота зовнішніх та внутрішніх сил. Загальна формула для визначення переміщень. Визначення переміщень від зовнішнього навантаження. Визначення переміщень від температурного впливу. Визначення переміщень від заданого зміщення в'язів. Приклади визначення переміщень. Головні енергетичні теореми: теорема про взаємність робіт; теорема про взаємність переміщень; теорема про взаємність реакцій; теорема про взаємність реакцій та переміщень. Визначення переміщень за допомогою фіктивних вантажів. Побудова фіктивної балки. Приклади визначення переміщень за допомогою фіктивних вантажів.

### ***Контрольні запитання***

- 1 Що називається фермою?
- 2 Як може діяти навантаження на ферму?
- 3 Як забезпечується вузлова передача навантаження в фермах залізничних мостів?
- 4 Що таке проліт ферми?
- 5 Що таке панель ферми?
- 6 Що таке висота ферми?
- 7 Які стержні ферми називаються поясними?
- 8 Які стержні ферми відносять до решітки?
- 9 Які типи решіток відносять до простих?
- 10 До якого типу решітки відноситься напіврозкісна решітка?
- 11 Які системи називаються розпірними?
- 12 Яка система називається арочною?
- 13 Яка система називається висячою?
- 14 Як називається така система?



15 Як називається тришарнірна система, у якої в ролі дисків застосовуються криволінійні стержні?

16 Як називається тришарнірна система, у якої в ролі дисків застосовуються ламані стержні?

17 Як називається тришарнірна система, у якої в ролі дисків застосовуються ферми?

18 Коли замість тришарнірної арки застосовується тришарнірна арка з затяжкою?

19 В якій із систем виникають більші вертикальні опорні реакції при однаковому навантаженні і довжині прольоту?

20 В якій із систем виникають більші згинальні моменти при однаковому навантаженні і довжині прольоту?

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

1 Розрахунок розпірних систем за допомогою ПЕОМ.

2 Визначення переміщень в рамках від навантажень, температури та зміщення опорних в'язів.

## **6 С Е М Е С Т Р**

### **МОДУЛЬ 1**

#### ***Лекційні заняття***

#### ***Методи розрахунку статично невизначних систем***

Метод сил: визначення ступеня статичної невизначності; основна система та основні невідомі; система канонічних рівнянь; перевірка правильності визначення коефіцієнтів та вільних членів; розв'язання систем канонічних рівнянь; побудова епюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  у заданій статично визначній системі та їх перевірка; розрахунок на температурний вплив; розрахунок на зміщення опорних чи

інших в'язів. Метод переміщень: основна система; канонічне рівняння при розрахунку на дію зовнішнього навантаження; загальний спосіб визначення коефіцієнтів та вільних членів системи рівнянь; статичний спосіб визначення коефіцієнтів та вільних членів; перевірка правильності визначення зусиль та моментів; розв'язання системи лінійних рівнянь у матричній формі; розрахунок на зміщення опорних в'язів; приклад розрахунку рами на зміщення опорних в'язів. Змішаний метод. Особливості розрахунку симетричних систем на несиметричний вплив. Метод скінченних елементів: центрально розтягнутий стержень; згинальний стержень; трикутний елемент плоскої задачі теорії пружності .

### ***Особливості розрахунку статично невизначних балок, арок, ферм***

Розрахунок нерозрізних балок на пружних опорах, що зміщуються, на силовий і температурний впливи. Розрахунок нерозрізних балок на пружних опорах, що зміщуються, на зміщення опорних чи інших в'язів. Лінії впливу для балки на опорах, що пружно зміщуються. Розрахунок двошарнірних арок на рухоме і нерухоме навантаження. Розрахунок безшарнірних арок. Лінії впливу в перерізах безшарнірної арки. Розрахунок статично невизначних ферм: на дію зовнішнього навантаження; на температурний вплив, на зміщення в'язів (неточність складання); на рухоме навантаження. Приклад розрахунку. Визначення зусиль в стержнях ферм за допомогою ліній впливу.

### ***Контрольні запитання***

- 1 Які системи називаються статично невизначними?
- 2 Коли розрахунок статично невизначних систем проводиться за схемою методу сил?
- 3 Як отримується основна система за методом сил?

4 Чому система рівнянь для визначення зайвих невідомих називається канонічною?

5 Як обчислюються коефіцієнти канонічних рівнянь за методом сил?

6 Як можна довести, що при  $i \neq k$  коефіцієнти канонічних рівнянь за методом сил задовольняють умову  $\delta_{ik} = \delta_{ki}$ ?

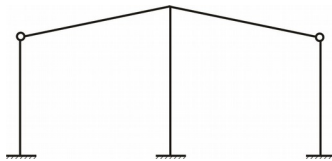
7 Чи можна довести, що коефіцієнти системи канонічних рівнянь з однаковими індексами завжди додатні?

8 Як найбільш повно перевірити правильність обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь за методом сил?

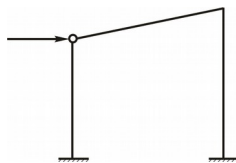
9 Коли розрахунок статично невизначних стержневих систем вважається таким, що проводиться за методом переміщень?

10 Які величини беруться в ролі невідомих в методі переміщень?

11 Чому дорівнює степінь кінематичної невизначності для заданої системи?



12 Яка з основних систем методу переміщень для наведеної статично невизначної рами є правильною?



13 Чому рівняння для визначення невідомих в методі переміщень називаються канонічними?

14 Як найбільш просто обчислити значення коефіцієнтів канонічних рівнянь за методом переміщень?

15 Вкажіть правильні вирази для обчислення коефіцієнтів канонічних рівнянь методу переміщень.

16 На підставі якої теореми встановлюється взаємність коефіцієнтів канонічних рівнянь в методі переміщень?

17 Як можна побудувати в основній системі за методом переміщень епюри згинальних моментів від одиничних значень невідомих і заданого навантаження?

18 Про що свідчить рівновага вузлів епюри згинальних моментів в рамі, отриманій в результаті розрахунку системи за методом переміщень?

19 Яка перевірка епюри згинальних моментів в рамі є найбільш повною?

20 Який підхід можливий в методі переміщень при побудові епюри поперечних сил?

21 Чи можна при побудові епюри поздовжніх сил використати підхід, що застосовується в методі сил?

22 Який вигляд має канонічне рівняння при розрахунку системи з одним ступенем кінематичної невизначеності на дію температури?

23 Що можна сказати про внутрішні сили при розрахунку системи на дію температури?

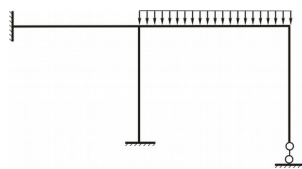
24 Який вигляд має канонічне рівняння при розрахунку системи з одним ступенем кінематичної невизначеності на задані переміщення опор?

25 Що можна сказати про невідомі методу переміщень при розрахунку системи на задані переміщення опор?

26 Що можна сказати про внутрішні сили при розрахунку системи на задані переміщення опор?

27 Які величини приймаються в ролі невідомих при розрахунках систем змішаним методом?

28 Скільки невідомих за змішаним методом має наведена нижче рама?



29 Чим принципово відрізняються канонічні рівняння змішаного методу від відповідних рівнянь за методом сил та методом переміщень?

30 Яким способом найпростіше обчислити коефіцієнт  $\delta_{12}$  системи канонічних рівнянь змішаного методу

$$X_1\delta_{11} + Z_2\delta_{12} + \Delta_{1f} = 0,$$

$$X_1 r_{21} + Z_2 r_{22} + R_{2f} = 0 ?$$

31 Яким способом найпростіше обчислити коефіцієнт  $r_{21}$  системи канонічних рівнянь змішаного методу

$$X_1 \delta_{11} + Z_2 \delta_{12} + \Delta_{1f} = 0 ,$$

$$X_1 r_{21} + Z_2 r_{22} + R_{2f} = 0 ?$$

32 За допомогою якої теореми встановлюється залежність між коефіцієнтами  $\delta_{ik}$  і  $r_{ki}$  канонічних рівнянь змішаного методу?

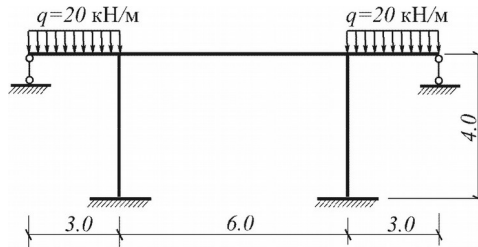
33 Для яких статично невизначних систем найбільш ефективно використовувати комбінований метод розрахунку рам?

34 Який підхід найбільш ефективний для спрощення розрахунку комбінованим методом симетричних статично невизначних систем при дії довільного навантаження?

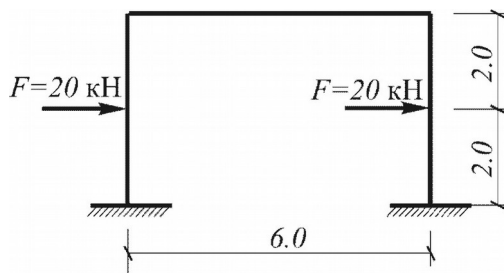
35 Які невідомі виникають в симетричній системі від симетричного навантаження?

36 Які невідомі виникають в симетричній системі від косиметричного навантаження?

37 Яким методом доцільно вести розрахунок такої системи?



38 За яким методом доцільно вести розрахунок такої системи?





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

1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних в'язів з контролем розв'язку на ПЕОМ.

## **МОДУЛЬ 2**

### ***Лекційні заняття***

### ***Динамічні розрахунки конструкцій***

**Загальні положення.** Поперечні коливання прямих стержнів. Диференційне рівняння поперечних коливань. Вільні коливання стержня. Головні форми коливання. Вимушені коливання стержня. Поздовжні коливання прямих стержнів. Диференційне рівняння поздовжніх коливань. Вимушені поздовжні коливання. Вплив постійної осьової сили на поперечні коливання стержня. Розрахунок нерозрізних балок на вібраційний вплив. Загальні теореми. Розрахунок нерозрізних балок, навантажених одночасно на декількох прольотах, методом сил. Приклад розрахунку нерозрізної балки, навантаженої на одному прольоті. Розрахунок нерозрізних балок методом переміщень. Приклад розрахунку балки. Приклад розрахунку рами на вібраційний вплив.

### ***Висновки***

Сучасні проблеми визначення внутрішніх зусиль, напружень, переміщень та деформацій при розрахунку інженерних споруд на міцність, жорсткість, стійкість. Використання нових конструкційних матеріалів та ефективних конструкційних рішень в будівництві. Нові напрямки в розрахунках на міцність, жорсткість, стійкість у зв'язку з використанням ЕОМ. Проблеми оптимального

проектування конструкцій, зниження їх вартості, матеріалоемності при забезпеченні високого рівня надійності. Актуальні задачі розвитку будівельної механіки і досягнення в цій галузі вітчизняної та зарубіжної науки.

### **Контрольні запитання**

1 Яке навантаження на систему вважається динамічним?

2 Що таке степінь динамічної свободи системи?

3 Які коливання системи називаються власними?

4 Яке з диференціальних рівнянь відповідає власним коливанням систем з одним ступенем динамічної свободи?

5 Який вигляд має розв'язок диференціального рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної свободи  $\frac{d^2w}{dt^2} + \omega^2 w = 0$ ?

6 Вкажіть правильну формулу для визначення частоти вільних коливань в системах з одним ступенем динамічної свободи без врахування сил опору.

7 Які коливання системи називаються затухаючими?

8 Яке з диференціальних рівнянь відповідає власним коливанням систем з одним ступенем динамічної свободи при наявності сил опору?

9 Який вигляд має розв'язок диференціального рівняння коливань системи з одним ступенем динамічної свободи

$$\frac{d^2w}{dt^2} + 2\alpha \frac{dw}{dt} + \omega^2 w = 0$$

у випадку малих сил опору?

10 З якою частотою відбуваються коливання конструкцій з одним ступенем динамічної свободи при наявності сил опору?

11 Які коливання системи називаються вимушеними?

12 Яке навантаження на систему називається вібраційним?

13 В якому вигляді розшукується загальний розв'язок диференціального рівняння вимушених коливань в системі

з одним степенем динамічної свободи при дії вібраційного навантаження?

14 З якою частотою через деякий проміжок часу коливається система у випадку дії вібраційного навантаження?

15 Яке характерне явище спостерігається при резонансі коливань?

16 Що таке динамічний коефіцієнт?

17 В яких системах дійсний цей вираз для динамічного коефіцієнта

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{\theta^2}{\omega^2}\right)^2 + \frac{\gamma^2}{\pi^2} \frac{\theta^2}{\omega^2}}}$$

18 Вкажіть формулу, що відповідає логарифмічному декременту коливань.

19 Який вигляд має вираз для динамічного коефіцієнта в системі з одним степенем динамічної свободи при відсутності сил опору?

20 За якою формулою визначається амплітуда вимушених коливань в будь-якому перетині системи з одним степенем динамічної свободи?

21 За якою формулою визначається величина згинального моменту в будь-якому перетині системи з одним степенем динамічної свободи?

22 Скільки частот власних коливань має місце в системах з декількома степенями динамічної свободи?

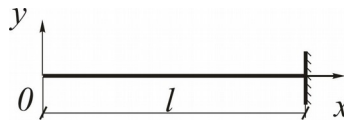
23 Як визначаються частоти власних коливань в системах з двома степенями динамічної свободи?

24 Скільки резонансів коливань спостерігається в системах з декількома степенями динамічної свободи при дії вібраційного навантаження?

25 Яке з наведених диференціальних рівнянь відповідає власним поперечним коливанням стержня з нескінченним числом степенів динамічної свободи?

26 В якому вигляді розшукується розв'язок диференціального рівняння  $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + c^2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0$  ?

27 Вкажіть граничні умови на кінцях стержня для нижченаведеної схеми.



28 Якій з балок з нескінченним числом степенів свободи відповідає така формула для визначення частоти власних коливань  $\omega_1 = \frac{\pi^2}{l^2} \sqrt{\frac{EI}{m}}$  ?

29 Що таке головна форма коливань для балки з нескінченним числом степенів свободи?

30 Що означає ортогональність головних форм коливань?

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

1 Розрахунок статично невизначної рами методом переміщень при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних в'язів за допомогою ПЕОМ.

2 Розрахунок статично невизначної плоскої ферми на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ.

### ***Практичні заняття***

Основна мета практичних занять – розвиток у студентів навичок самостійної роботи при вирішенні інженерних задач, які мають безпосереднє відношення до майбутньої спеціальності. На прикладах з практики проектування та експлуатації об'єктів транспортного будівництва показуються практичні прикладення основних положень курсу, його методичного базису.

### ***Перелік програм розрахунку конструкцій на ПЕОМ***

1 Визначення внутрішніх зусиль в 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 добором перерізів.

5 Розрахунок нерозрізних балок на міцність і жорсткість з добором перерізів.

6 Розрахунок балок на пружній основі з побудовою епюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$ .

7 Розрахунки на складний опір (згин з крученням, косий згин, позацентровий стиск) і стійкість.

8 Дослідження плоского і об'ємного напружених станів у точці.

9 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки на нерухоме і рухоме навантаження з побудовою ліній впливу і завантаження ліній впливу.

10 Розрахунок статично визначних ферм з побудовою і завантаженням ліній впливу.

11 Розрахунок розпірних систем (тришарнірні ародні системи, тришарнірні рами, тришарнірні ферми, комбіновані системи) на нерухоме і рухоме навантаження.

12 Розрахунок статично невизначних рам з побудовою епюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  і епюри переміщення вузлів.

13 Розрахунок статично невизначних ферм з побудовою і завантаженням ліній впливу.

14 Розрахунок нерозрізних балок і рам на вібраційне навантаження.

### ***Список літератури***

1 Чихладзе Э.Д. Строительная механика. - Харьков: УкрГАЖТ, 2002. – 300 с.

2 Чихладзе Е.Д. Будівельна механіка. - Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 300 с.

3 Снитко Н.К. Строительная механика. – М. : Высшая школа, 1980. – 431 с.

4 Строительная механика / Ю.И.Бутенко, Ю.П.Китов, С.П.Фесик и др.; Под.ред. Ю.И. Бутенко. - Киев: Высшая школа, 1989. – 479 с.

5 Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов, А.В. Александров, В.Я. Лашенников, Н.Н. Шапошников; Под ред. А.Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1981. – 512 с.

6 Строительная механика: Руководство к практическим занятиям / Ю.И. Бутенко, Н.А. Засядько, С.Н. Кан и др.; Под ред. Ю.И. Бутенко. – 2-е изд. перераб. и доп. – К.: Высшая школа, 1989. – 367 с .

7 Чихладзе Э.Д., Черненко Н.Г. Расчет распорных систем с применением ПЭВМ. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – 120 с.

### **Додаткова**

1 Александров А.В., Лашенников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Тонкостенные пространственные системы. - М.: Стройиздат, 1983. – 488 с .

2 Смирнов А.Ф., Александров А.В., Лашенников Б.Я., Шапошников Н.Н. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений. – М : Стройиздат, 1984. – 415 с.

3 Дарков А.В., Шапошников Н.Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа, 1986. – 606 с.

### **Додаток А**

**Програма курсу для студентів, які навчаються  
без відриву від виробництва (43С+ПЦБ)**

**7 С Е М Е С Т Р**

Лекції – 10 год  
Практичні заняття –  $20+10 = 30$  год  
Контрольні роботи –  $2+2 = 4$   
Іспит

***Зміст лекцій***

Загальні положення. Багатопрольотні статично визначні балки. Статично визначні плоскі ферми. Розпірні системи. Теорія переміщень.

***Перелік контрольних робіт***

1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки на нерухоме і рухоме навантаження з контролем розв'язку на комп'ютері.

2 Розрахунок розпірних систем за допомогою комп'ютера.

***Зміст практичних занять***

1 Багатопрольотні статично визначні балки.  
Розрахунок на нерухоме навантаження.  
Розрахунок на рухоме навантаження.

2 Розпірні системи.  
Розрахунок тришарнірних арок.  
Розрахунок тришарнірних рам.  
Розрахунок арочних ферм.  
Розрахунок комбінованих систем.

**8 С Е М Е С Т Р**

Лекції – 10 год  
Практичні заняття –  $20+10 = 30$  год  
Контрольні роботи –  $2+2 = 4$   
Іспит

### ***Зміст лекцій***

Методи розрахунку статично невизначних систем: метод сил; метод переміщень; комбінований метод; змішаний метод; метод скінчених елементів. Особливості розрахунку статично невизначних балок, арок, ферм.

### ***Перелік контрольних робіт***

1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил на дію зовнішнього навантаження, температури і зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язку на комп'ютері.

2 Розрахунок статично невизначної рами методом переміщень на дію зовнішнього навантаження, температури і зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язку на комп'ютері.

### ***Зміст практичних занять***

1 Розрахунок статично невизначних систем методом сил на дію навантаження, температури, зміщення зв'язків (10 год для 4-3С і 5 год для ПЦБ).

2 Розрахунок статично невизначних систем методом переміщень на дію навантаження, температури, зміщення зв'язків (10 год для 4-3С і 5 год для ПЦБ).

***Програма курсу для студентів, які навчаються без відриву від виробництва за скороченою формою***



## **навчання (4/2 ЗСС+ПЦБС)**

### **8 С Е М Е С Т Р**

Лекції – 8 год

Практичні заняття –  $30+8 = 38$  год

Контрольні роботи –  $3+3 = 6$

Іспит

#### ***Зміст лекцій***

Багатопрольотні статично визначні балки. Плоскі ферми. Розпірні системи. Визначення переміщень. Методи розрахунку статично невизначних систем.

#### ***Перелік контрольних робіт***

1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки з контролем розв'язку на комп'ютері.

2 Розрахунок розпірних систем за допомогою комп'ютера.

3 Розрахунок статично невизначних систем методами сил і переміщень.

#### ***Зміст практичних занять***

1 Багатопрольотні балки (8 год для 4/2 ЗСС і 2 год для ПЦБС).

2 Розпірні системи (10 год для 4/2 ЗСС і 2 год для ПЦБС).

3 Розрахунок статично невизначних систем (12 год для 4/2 ЗСС і 4 год для ПЦБС).

Додаток В

**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
<b>Виконання розрахункових робіт</b>	
1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ	6
2 Розрахунок плоскої статично визначної ферми на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ	6
3 Розрахунок розпірних систем за допомогою ПЕОМ	4
4 Визначення переміщень в рамках від навантажень, температури та зміщення опорних зв'язків	2
<b>Усього</b>	<b>57</b>

6 семестр

<b>Складова самостійної роботи</b>	<b>Час, год</b>
Опрацювання теоретичних засад прослуханого лекційного матеріалу	14
Підготовка до практичних та лабораторних занять	14
Підготовка до тестового контролю, контрольних робіт та інших форм поточного контролю	7
Підготовка до модульного контролю та іспиту	10
<b>Виконання розрахункових робіт</b>	
1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язку на ПЕОМ	4
2 Розрахунок статично невизначної рами методом переміщень при дії зовнішнього навантаження, температури та зміщення опорних зв'язків за допомогою ПЕОМ	4
3 Розрахунок статично невизначної плоскої ферми на нерухоме та рухоме навантаження з контролем розв'язку на ПЕОМ	4
<b>Усього</b>	<b>57</b>

Загальний розподіл часу

	<b>5 семестр</b>	<b>6 семестр</b>	<b>Усього</b>
Усього на самостійну роботу	<b>57</b>	<b>57</b>	<b>114</b>
На розрахункові роботи	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>30</b>

Додаток В

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

### 7 семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	40
Підготовка до іспиту з самоперевіркою за тестами	18
Виконання контрольних робіт	15
1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки на нерухоме і рухоме навантаження з контролем розв'язку на комп'ютері	
2 Розрахунок розпірних систем за допомогою комп'ютера	15
<b>Усього</b>	<b>88</b>

### 8 семестр

Складова самостійної роботи	Час, год
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	40
Підготовка до іспиту з самоперевіркою за тестами	18
Виконання контрольних робіт	15
1 Розрахунок статично невизначних рам методом сил на дію зовнішнього навантаження, температури і зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язку на комп'ютері	
2 Розрахунок статично невизначної рами методом переміщень на дію зовнішнього навантаження, температури і зміщення опорних зв'язків з контролем розв'язку на комп'ютері	15
<b>Усього</b>	<b>88</b>

#### Загальний розподіл часу

	7 семестр	8 семестр	Усього
Усього на самостійну роботу	58	58	116
На розрахункові роботи	30	30	60

### Додаток Д

**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>
Вивчення теоретичного матеріалу для виконання контрольних робіт	40
Підготовка до іспиту з самоперевіркою за тестами	40
Виконання контрольних робіт	
1 Розрахунок багатопрольотної статично визначної балки з контролем розв'язку на комп'ютері	40
2 Розрахунок розпірних систем за допомогою комп'ютера	40
3 Розрахунок статично невизначних систем методами сил і переміщень	40
<b>Усього</b>	<b>200</b>

**Загальний розподіл часу**

	<b>8 семестр</b>	<b>Усього</b>
Усього на самостійну роботу	<b>80</b>	<b>80</b>
На розрахункові роботи	<b>120</b>	<b>120</b>

