

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра будівельної механіки та гідравліки

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОПІР МАТЕРІАЛІВ»

Харків - 2014

Робочу навчальну програму розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки 29 листопада 2012 р., протокол № 3.

Робочу програму з опору матеріалів призначено для студентів 2 курсу денної та 3 курсу заочної (2 курсу заочної скороченої) форм підготовки за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво».

Укладач

доцент А.М. Петров

Рецензент

проф. А.А. Пługін

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ОПР МАТЕРІАЛІВ»

Відповідальний за випуск Петров А.М.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 25.12.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,5. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**Українська державна академія залізничного транспорту
Кафедра «Будівельна механіка та гідравліка»**

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
Проректор

« _____ »

_____ 2012 року

<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напряму підготовки</p> <p align="center">_____</p> <p align="center">(шифр і назва напряму підготовки)</p> <p align="center">Декан факультету</p> <p align="center">_____</p> <p align="center">(найменування факультету)</p> <p align="center">(підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p align="center">« _____ » _____ 20...р.</p>	<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напряму підготовки</p> <p align="center">_____</p> <p align="center">(шифр і назва напряму підготовки)</p> <p align="center">Декан факультету</p> <p align="center">_____</p> <p align="center">(найменування факультету)</p> <p align="center">(підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p align="center">« _____ » _____ 20...р.</p>	<p>“УЗГОДЖЕНО” Для напряму підготовки <u>6.060101 «Будівництво»</u></p> <p align="center">_____</p> <p align="center">(шифр і назва напряму підготовки)</p> <p align="center">Декан факультету</p> <p align="center"><u>будівельного</u></p> <p align="center">(найменування факультету)</p> <p align="center"><u>Скорик О.О.</u></p> <p align="center">(підпис) _____ (прізвище, та ініціали)</p> <p align="center">« _____ » _____ 2012р.</p>
---	---	---

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ОПР МАТЕРІАЛІВ»

(назва навчальної дисципліни)

напряму підготовки 6.060101 «Будівництво»
(шифр і назва напряму підготовки)

Факультет будівельний

(назва інституту, факультету, відділення)

Харків – 2012 рік

Робоча програма з опору матеріалів для студентів 2 курсу денної та 3 курсу заочної (2 курсу заочної скороченої) форми підготовки за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво».
«___» _____, 2012 року - __ с.

Розробник:

А.М. Петров, доцент кафедри будівельної механіки та гідравліки, к.т.н, доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри будівельної механіки та гідравліки Української державної академії залізничного транспорту

Протокол від «29» листопада 2012 року № 3.

Завідувач кафедри будівельної механіки та гідравліки _____ (Ватуля Г.Л.)

(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 2012 року

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за напрямом підготовки (спеціальністю)

6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво»
(шифр, назва)

Протокол від «30» серпня 2012 року № 1.

«___» _____ 2012 року. Голова _____ (Трикоз Л.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Перезатвердження робочої програми навчального курсу

Навчальний рік	2012/2013	2013/2014	2014/2015	2015/2016
Підпис декана факультету				
Підпис декана факультету				
Підпис декана факультету				
Підпис голови методичної комісії факультету				
Дата засідання кафедри	20.08.12			
Номер протоколу	1			
Підпис зав. кафедри				

© Петров А.М., 2012 рік

1 Опис навчальної дисципліни (повна форма навчання)

Показники	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,25	Галузь знань 0601 Будівництво та архітектура (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки* 6.060101 «Будівництво» (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність:**	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 4		2-й	3-й
Загальна кількість годин – 189		Семестр	
	3-й	5-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>аудиторних</i> – 5 <i>самостійної роботи студента</i> – 6,12	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	34 год	8 год
		Практичні, семінарські	
		34 год	6 год
		Лабораторні	
		17 год	6 год
		Самостійна робота	
		104 год	169 год
		Індивідуальні завдання: 22 год/24 год	
Вид контролю: іспит			

Примітка – співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 85/104;

для заочної форми навчання – 20/169.

Опис навчальної дисципліни для скороченої форми навчання наведено у додатку А.

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: вивчити принципи і методи розрахунку споруд на міцність, жорсткість і стійкість.

Завдання: навчити студентів кваліфіковано виконувати розрахунки транспортних споруд та конструкцій на вказані види впливів, правильно обирати конструкційні матеріали та форми, які б відповідали вимогам показників безпеки, економічності та ефективності.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: методи розрахунків конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість, що використовуються при проектуванні та реконструкції транспортних споруд;

вміти: виконувати розрахунки конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість при нерухомому навантаженні, температурних впливах та зміщенні опорних чи інших зв'язків, ураховуючи різноманітні умови навантаження та роботи.

3 Програма навчальної дисципліни

Заліковий кредит 1 – «Опір матеріалів», 189/126*** годин, 5.25/3.5*** кредитів ECTS.

Модуль 1 – змістовий модуль 1 та 2.

Модуль 2 – змістовий модуль 3 та 4.

Модуль 1. Загальні положення. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів. Розтягання та стискання. Кручення. Теорія згину

Змістовий модуль 1. Загальні положення. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів. Розтягання та стискання

Тема 1. Мета й задачі опору матеріалів. Схеми елементів конструкцій. Основні типи опорних улаштувань. Зовнішні сили

та їх класифікація. Поняття про розрахункову схему споруди. Гіпотези та припущення.

Тема 2. Внутрішні сили у поперечних перерізах стержнів у загальному випадку дії навантаження. Внутрішні зусилля при розтяганні та стисканні. Внутрішні зусилля при крученні. Внутрішні зусилля при згині стержнів з прямою віссю. Внутрішні зусилля в криволінійних стержнях. Епюри внутрішніх зусиль. Напруження та деформації. Компоненти напружень. Складові деформації. Залежність між складовими напружень та складовими деформацій. Диференційні залежності між внутрішніми силами при розтяганні-стисканні, крученні, згині в стержнях з прямою і криволінійною осями.

Тема 3. Статичний момент площі. Центр ваги перерізу. Осьові і полярні моменти інерції. Залежність між моментом інерції при паралельному переносі осей. Зміна осьового та відцентрового моментів інерції при повороті координатних осей. Головні осі та головні моменти інерції. Моменти опору. Радіус інерції.

Тема 4. Напруження в перерізах, перпендикулярних до осі бруса. Напруження в перерізах, похилих до осі бруса. Деформації при розтяганні та стисканні. Поздовжня деформація. Поперечна деформація. Визначення переміщень при розтяганні та стисканні. Розтягання бруса силою на кінці. Розтягання бруса під дією власної ваги. Статично невизначні системи, які працюють на розтягання або стискання. Розрахунок статично невизначних систем на силовий вплив. Розрахунок статично невизначних систем на температурний вплив та неточність виготовлення. Дані про будівельні матеріали несучих конструкцій. Випробування матеріалів на розтягання та стискання. Діаграми розтягання пластичних та крихких матеріалів. Діаграми стискання різноманітних матеріалів. Вплив різноманітних факторів на механічні характеристики матеріалів (температури, швидкості деформації, технологічних факторів). Потенціальна енергія та робота, яка витрачається на розтягання стержня. Методи розрахунку елементів будівельних конструкцій: метод граничних станів; метод можливих напружень; метод руйнівних навантажень. Поняття про імовірний метод розрахунку на міцність. Умови міцності. Три типи задач.

Змістовий модуль 2. Кручення. Теорія згину

Тема 5. Кручення стержнів з круглим поперечним перерізом. Напруження в поздовжніх та дотичних перерізах, які проходять через вісь стержня. Статично невизначні задачі при крученні. Потенціальна енергія при крученні круглого стержня.

Тема 6. Чистий згин. Розповсюдження виведення чистого згину на поперечний згин. Виведення формули дотичних напружень. Дотичні напруження для прямокутного перерізу. Дотичні напруження для круглого перерізу. Дотичні напруження для трикутного перерізу. Дотичні напруження для двотаврового перерізу. Головні напруження при згині балок. Перевірка міцності балок при згині. Вигнута вісь прямого бруса. Диференційне рівняння вигнутої осі. Розв'язання диференційного рівняння методом безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів. Метод фіктивних навантажень. Метод Мора. Зсув, як частковий випадок згину. Розрахунок з'єднань, які працюють на зсув. Потенціальна енергія при згині.

Модуль 2. Статично невизначні балки. Складний опір та стійкість

Змістовий модуль 3. Статично невизначні балки

Тема 7. Поняття про зайві зв'язки. Ступінь статичної невизначності. Властивості статично невизначних систем. Нерозрізна балка. Умови сумісності деформацій. Побудова та перевірка епюр M та Q . Приклад розрахунку нерозрізної балки.

Тема 8. Балка на пружній основі. Моделі пружних основ та їх властивості. Умови контакту подошви балки та пружної основи. Приклади транспортних конструкцій, які контактують з пружним середовищем. Диференційне рівняння пружної лінії балки, яка лежить на вінклеровій основі. Інтегрування цього рівняння з урахуванням граничних умов. Розрахунок балок кінцевої довжини. Розрахунок нескінченно довгих балок.

Змістовий модуль 4. Складний опір та стійкість

Тема 9. Загальні положення та передумови. Косий згин. Згин та кручення стержня круглого поперечного перерізу. Позацентрове розтягання та стискання.

Тема 10. Стійкість стиснутих стержнів: поняття про стійкість та критичну силу; формула Ейлера для визначення величин критичної сили; формула Ейлера при різноманітних умовах закріплення кінців стержнів; межі застосування формули Ейлера. Практичний розрахунок стиснених стержнів; урахування впливу зсувів при визначенні критичної сили. Розрахунок позацентрово стиснутого гнучкого стержня. Поздовжньо-поперечний згин.

4 Структура навчальної дисципліни (повна форма)

Таблиця 4.1

Змістові модулі і теми	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальні положення. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів. Розтягання та стискання												
Тема 1	6	2	0	0		4	5.5	0.5	0	0		5
Тема 2	20	2	8	0		10	12.5	0.5	2	0		10
Тема 3	9	2	2	0		5	10.5	0.5	0	0		10
Тема 4	15	2	2	6		5	12.5	0.5	0	2		10
Разом за змістовим модулем 1	50	8	12	6		24	41	2	2	2		35
Змістовий модуль 2. Кручення. Теорія згину												
Тема 5	8	2	2	0		4	21	1	0	0		20
Тема 6	20	6	2	2		10	20	1	2	2		13
Разом за змістовим	28	8	4	2		14	39	2	2	2		33

модулем 2												
ІНДЗ	12	-	-	-	12	-	12	-	-	-	12	-
Усього годин за модулем 1	90	16	16	8	12	38	92	4	4	4	12	68

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Статично невизначні балки												
Тема 7	16	4	4	0		8	20.5	0.5	0	0		20
Тема 8	10	2	2	0		6	17.5	0.5	0	0		17
Разом за змістовим модулем 3	26	6	6	0		14	38	1	0	0		37
Змістовий модуль 4. Складний опір та стійкість												
Тема 9	42	8	8	6		20	27	2	1	0		24
Тема 10	21	4	4	3		10	20	1	1	2		16
Разом за змістовим модулем 4	63	12	12	9		30	47	3	2	2		40
ІНДЗ	10	-	-	-	10	-	12	-	-	-	12	-
Усього годин за модулем 2	99	18	18	9	10	44	97	4	2	2	12	77
Усього годин за курсом	189	34	34	17	22	82	189	8	6	6	24	145

Структуру навчальної дисципліни для скороченої форми наведено у додатку А.

5 Теми семінарських занять

Таблиця 5.1

Назва теми	Кількість годин
Не передбачено згідно з робочим навчальним пла-	-

ном підготовки бакалаврів напряму 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Промислове та цивільне будівництво»	
---	--

6 Теми практичних занять

Таблиця 6.1

Назва теми	Кількість годин ПЦБ/ПЦБс
1 Побудова епюр внутрішніх зусиль у стержнях, балках, рамах та валах	8/6
2 Визначення геометричних характеристик складних перерізів	2/0
3 Визначення напружень та переміщень у стержнях, які зазнають розтягання-стискання	2/0
4 Визначення напружень та кутів закручування у валах	2/0
5 Підбір двотаврового перерізу балки та перевірка його на міцність	2/2
6 Розрахунок нерозрізної балки методом трьох моментів	4/0
7 Визначення внутрішніх зусиль, прогинів та напружень у балці на пружній основі	2/0
8 Підбір перерізу балки, яка зазнає косоного згину. Визначення допустимого навантаження для стержня, який зазнає позацентрового стискання. Підбір перерізу ламаного стержня, який згин працює при згині та крученні	8/6
9 Підбір перерізу та визначення критичної сили для стержня за умовою стійкості	4/3
Разом	34/17

7 Теми лабораторних занять

Таблиця 7.1

Тема	Кількість годин
1	2
1 Випробування сталевого стержня на розтягання з визначенням основних механічних характеристик	2
2 Випробування сталі, чавуну та дерева на стискання	2

Продовження таблиці 7.1

1	2
3 Випробування сталі на зріз та дерева на сколювання	2
4 Визначення напружень у двотавровій балці в зоні чистого згину	2
5 Випробування балки на косий згин	2
6 Випробування стержня на позацентрове стискання	2
7 Випробування стержня на згин з крученням	2
8 Визначення критичної сили при випробуванні на стійкість	3
Разом	17

8 Самостійна робота

Самостійна робота складається :

- з вивчення теоретичного матеріалу, який розглянуто на лекціях;
- вивчення теоретичного матеріалу, заданого викладачем на самостійне опрацювання;
- вивчення матеріалу, який розглянуто на практичних заняттях;
- підготовка до лабораторних занять;
- виконання розрахунково-графічних завдань.

Таблиця 8.1

Тема	Кількість
------	-----------

	годин ПЦБ/ПЦБс
1	2
1 Мета та задачі опору матеріалів. Схеми елементів конструкцій. Основні типи опорних улаштувань. Зовнішні сили та їх класифікація. Поняття про розрахункову схему споруди. Гіпотези та припущення	4/2

Продовження таблиці 8.1

1	2
2 Внутрішні зусилля в криволінійних стержнях. Епюри внутрішніх зусиль. Напруження та деформації. Компоненти напружень. Складові деформації. Залежність між складовими напружень та складовими деформацій	10/6
3 Статичний момент площі. Центр ваги перерізу. Осьові і полярні моменти інерції. Залежність між моментом інерції при паралельному переносі осей. Зміна осьового та відцентрового моментів інерції при повороті координатних осей. Головні осі та головні моменти інерції. Моменти опору. Радіус інерції	5/2
4 Статично невизначні системи, які працюють на розтягання або стискання. Розрахунок статично невизначних систем на силовий вплив. Розрахунок статично невизначних систем на температурний вплив та неточність виготовлення. Потенціальна енергія та робота, яка витрачається на розтягання стержня. Методи розрахунку елементів будівельних конструкцій: метод граничних станів; метод можливих напружень; метод руйнівних навантажень. Поняття про імовірний метод розрахунку на міцність. Умови міцності. Три типи задач	5/2
5 Кручення стержнів з круглим поперечним перерізом. Напруження в поздовжніх та дотичних	4/2

перерізах, які проходять через вісь стержня. Статично невизначні задачі при крученні. Потенціальна енергія при крученні круглого стержня	
6 Вигнута вісь прямого бруса. Диференціальне рівняння вигнутої осі. Розв'язання диференціального рівняння методом безпосереднього інтегрування. Метод початкових параметрів. Метод фіктивних навантажень. Метод Мора. Зсув як частковий випадок згину. Розрахунок з'єднань, які працюють на зсув. Потенціальна енергія при згині	10/6

Продовження таблиці 8.1

1	2
7 Поняття про зайві зв'язки. Ступінь статичної невизначності. Властивості статично невизначних систем. Нерозрізна балка. Умови сумісності деформацій. Побудова та перевірка епюр M та Q . Приклад розрахунку нерозрізної балки	8/2
8 Диференціальне рівняння пружної лінії балки, яка лежить на вінклеровій основі. Інтегрування цього рівняння з урахуванням граничних умов. Розрахунок балок кінцевої довжини. Розрахунок нескінченно довгих балок	6/2
9 Загальні положення та передумови. Косий згин. Згин та кручення стержня круглого поперечного перерізу	20/8
10 Розрахунок позацентрово стиснутого гнучкого стержня. Поздовжньо-поперечний згин	10/4
Разом	82/36

9 Індивідуальні завдання

Під час вивчення курсу студент виконує 2 розрахунково-графічних роботи (РГР):

- РГР 1 – Побудова епюр внутрішніх зусиль в стержнях різноманітного обрису. Розрахунок балки на згин.
- РГР 2 – Розрахунки на складний опір та стійкість.

Розрахунково-графічні роботи виконуються у складі залікового кредиту І. Загальне навчальне навантаження на студента складає 22 години за рахунок годин, відведених на індивідуальну роботу. Розподіл РГР по залікових кредитах, навчальне навантаження на студента та терміни виконання наведені у таблиці.

Таблиця 9.1

Номер РГР	Заліковий кредит	Модуль	Навчальне навантаження на студента, год	Термін виконання РГР	
				Видача завдання	Захист РГР
РГР 1	I	Модуль 1	12	2-й тиждень 3-го семестру	6-й тиждень 3-го семестру
РГР 2	I	Модуль 2	10	9-й тиждень 3-го семестру	16-й тиждень 3-го семестру

Зміст розрахунково-графічних робіт

РГР 1. Побудова епюр внутрішніх зусиль у стержнях різноманітного обрису. Розрахунок балки на згин

1 Для ступінчатого стержня побудувати епюру поздовжніх сил з урахуванням власної ваги стержня.

2 Для балки на двох опорах побудувати епюри поперечних сил та згинальних моментів.

3 Для плоскої рами побудувати епюри поздовжніх і поперечних сил та згинальних моментів.

4 Для вала побудувати епюру крутних моментів.

5 Для балки побудувати епюри поперечних сил та згинальних моментів. Провести розрахунок по нормальних напруже-

ннях. Підібрати двотавровий переріз. Визначити переріз, у якому виникають найбільші головні напруження. У цьому перерізі побудувати епюри нормальних та дотичних напружень. Зробити перевірку по головних напруженнях.

РГР 2. Розрахунки на складний опір та стійкість

1 Для дерев'яної балки, що працює в умовах косоного згину, побудувати епюри згинальних моментів, підібрати розміри поперечного перерізу та визначити положення нейтральної лінії в небезпечному перерізі.

2 Для бетонного стержня, що працює на позacentровий стиск, визначити допустиме навантаження, визначити положення нейтральної лінії та побудувати ядро перерізу.

3 Для ламаного стержня побудувати епюри згинальних та крутних моментів та підібрати розміри кільцевого поперечного перерізу.

4 Для довгого стержня, стиснутого поздовжньою силою, підібрати розміри поперечного перерізу та визначити критичну силу.

10 Методи навчання

Лекції із застосуванням мультимедійних засобів навчання, розв'язання задач на практичних заняттях, виконання лабораторних робіт, виконання розрахунків на комп'ютері, варіативне виконання розрахунково-графічних завдань.

Перелік програм розрахунку конструкцій на комп'ютері

1 Визначення внутрішніх зусиль у статично визначних балках і рамах з побудовою епюр.

2 Розрахунок статично визначних балок на міцність і жорсткість з доборою перерізів.

3 Розрахунок нерозрізних балок на міцність і жорсткість з доборою перерізів.

4 Розрахунок балок на пружній основі з побудовою епюр M , Q , u .

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

11 Методи контролю

Усне опитування, письмове чи комп'ютерне тестування в межах модульного контролю, варіативне виконання та захист розрахунково-графічних робіт, захист лабораторних робіт, розв'язання залікових задач, письмовий іспит.

Контрольні запитання до модуля 1:

- 1 Укажіть геометричну ознаку, характерну для стержня.
- 2 Укажіть геометричну ознаку, характерну для пластин.
- 3 Укажіть геометричну ознаку, характерну для масивного тіла.
- 4 Що таке зосереджена сила або момент?
- 5 Які види розподілених навантажень Ви знаєте?
- 6 Якими факторами характеризується розподілене навантаження?
- 7 Укажіть розмірність розподіленого навантаження.
- 8 Укажіть діаграму пружно-пластичного матеріалу.
- 9 Укажіть діаграму нелінійно-пружного матеріалу.
- 10 Укажіть діаграму лінійно-пружного матеріалу.
- 11 Сформулюйте допущення про властивість суцільності матеріалу.
- 12 Сформулюйте допущення про властивість однорідності матеріалу.
- 13 Сформулюйте допущення про властивість ізотропності матеріалу.
- 14 Що таке напруження в тілі, що деформується?
- 15 Які два види напружень можуть виникати на виділеній площадці?
- 16 Як визначається згинальний момент у перерізі?
- 17 Як визначається поперечна сила у перерізі?
- 18 Як визначається поздовжня сила у перерізі?
- 19 Як визначається крутний момент у перерізі?
- 20 Укажіть найбільш повне формулювання принципу суперпозиції.
- 21 Що називається епюрою внутрішнього зусилля?

- 22 Для чого будують епюри внутрішніх зусиль?
- 23 Яке правило знаків прийняте для поздовжньої сили?
- 24 Яка залежність існує між поздовжньою силою й інтенсивністю поздовжнього розподіленого навантаження?
- 25 Яке правило знаків прийняте для крутного моменту?
- 26 Яка залежність існує між крутним моментом і інтенсивністю моментного розподіленого навантаження?
- 27 Дайте характеристику шарнірно-рухомої опори.
- 28 Дайте характеристику шарнірно-нерухомої опори.
- 29 Дайте характеристику опорного пристрою, названого жорстким закріпленням або защемленням.
- 30 Укажіть типи найбільш широко розповсюджених балок.
- 31 Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у простих балках?
- 32 Які рівняння рівноваги застосовуються для визначення опорних реакцій у консольних балках?
- 33 Як перевірити правильність визначення опорних реакцій у простих балках?
- 34 Які системи називаються статично визначними?
- 35 Які системи називаються статично невизначними?
- 36 Яке правило знаків прийняте для поперечної сили?
- 37 Яке правило знаків прийняте для згинального моменту?
- 38 Назвіть залежності між поперечною силою, згинальним моментом і інтенсивністю вертикального розподіленого навантаження.
- 39 Як змінюється залежність $\frac{dM}{dx} = Q$, якщо до балки, крім вертикального розподіленого навантаження, прикладене ще і моментне розподілене навантаження?
- 40 Як змінюється згинальний момент на ділянці балки, де немає розподіленого навантаження?
- 41 Як змінюється згинальний момент на ділянці балки, де існує розподілене навантаження?
- 42 Як змінюється поперечна сила на ділянці балки, де немає розподіленого навантаження ($q = 0$)?
- 43 Як змінюється поперечна сила в балці на ділянці, де існує розподілене навантаження?
- 44 Що буде на епюрі Q в перерізі, де прикладена зосереджена сила F ?

45 Що буде на епюрі M у перерізі, де прикладений зосереджений згинальний момент?

46 Якщо поперечна сила в одному з перерізів ділянки балки, завантаженого розподіленим навантаженням, дорівнює нулю, то згинальний момент у цьому перерізі:

47 Які внутрішні зусилля можуть виникати в поперечних перерізах плоских рам і криволінійних стержнів?

48 Укажіть залежності, що встановлюють зміну кута між будь-якими двома координатними осями від складових напруження, рівнобіжних цим осям.

49 Скільки незалежних констант пружності має ізотропний матеріал?

50 Укажіть, у якому з пунктів дано правильне визначення статичного моменту перерізу щодо осі?

51 Яка розмірність статичного моменту?

52 Чому дорівнює статичний момент перерізу щодо центральної осі?

53 За якими формулами визначаються координати центра ваги перерізу?

54 Для яких перерізів при визначенні центра ваги досить знайти тільки одну координату?

55 Що називається осьовим моментом інерції перерізу?

56 Що називається полярним моментом інерції перерізу?

57 Що називається відцентровим моментом інерції перерізу?

58 Яка розмірність моментів інерції?

59 Що називається моментом опору перерізу?

60 Яка розмірність моменту опору?

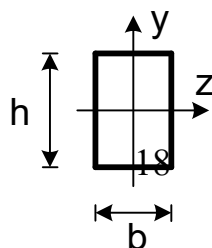
61 Укажіть, за якими формулами визначаються радіуси інерції.

62 Як зв'язані між собою осьові і полярні моменти інерції?

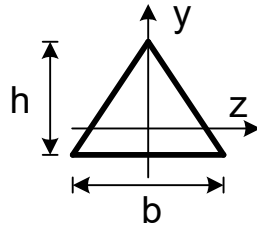
63 Які моменти інерції завжди додатні?

64 Як змінюється відцентровий момент інерції при повороті осей координат на 90° .

65 Укажіть, чому дорівнює осьовий момент інерції прямокутника щодо головної центральної осі z .

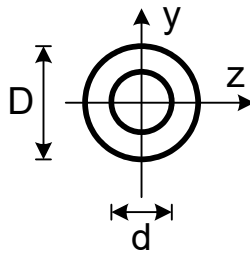


66 Укажіть, чому дорівнює осьовий момент інерції рівнобедреного трикутника щодо головної центральної осі z .



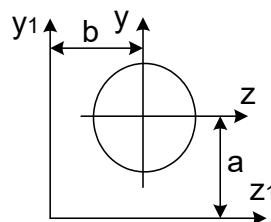
67 Чому дорівнює осьовий момент інерції кола щодо центральних осей?

68 Чому дорівнює осьовий момент інерції кільця щодо центральних осей?



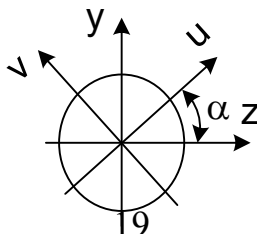
69 Які осі називаються головними центральними?

70 Укажіть залежності для осьового і відцентрового моментів інерції при рівнобіжному переносі осей.



71 Які формули справедливі для визначення осьового і відцентрового моментів інерції при повороті осей.

72 Як визначається положення головних центральних осей?



73 Укажіть, за якими формулами знаходяться головні центральні моменти інерції?

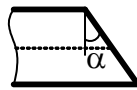
74 У чому полягає принцип Сен-Венана?

75 У чому полягає гіпотеза Я. Бернуллі?

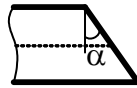
76 Як обчислюються нормальні напруження в поперечному перерізі розтягнутого стержня?

77 Як визначаються нормальні і дотичні напруження на нахилених площадках?

78 На яких площадках нормальні напруження досягають екстремальних значень?



79 На яких площадках дотичні напруження досягають екстремальних значень?



80 Що називається відносною поздовжньою деформацією?

81 Яка розмірність відносної поздовжньої деформації?

82 Що називається відносною поперечною деформацією?

83 Яка розмірність відносної поперечної деформації?

84 Що називається коефіцієнтом Пуассона, якщо ε' - відносна поперечна деформація, ε - відносна поздовжня деформація?

85 У яких межах змінюється коефіцієнт Пуассона?

86 Сформулюйте закон Гука при розтяганні-стиску і запишіть його математичний вираз.

87 Одиниці виміру модуля пружності.

88 Чому дорівнює модуль пружності для сталі?

89 Чому дорівнює питома потенційна енергія при розтяганні?

90 Які задачі називаються статично невизначними?

91 У яких координатах випробувальна машина буде діаграму розтягання?

92 Що називається межею пропорційності?

93 Що називається межею пружності?

- 94 Що називається межею текучості?
- 95 Що відбувається зі зразком при досягненні максимального навантаження?
- 96 Що називається межею міцності?
- 97 Що називається пластичністю?
- 98 Що називається крихкістю?
- 99 Що таке наклеп?
- 100 Як змінюються пластичні властивості сталі з підвищенням температури?
- 101 У яких випадках використовується метод граничних станів?
- 102 Що називається граничним станом?
- 103 Що таке надійність споруди?
- 104 Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом граничних станів?
- 105 У яких випадках використовується метод допустимих напружень?
- 106 Як записується умова міцності розтягнутого стержня за методом допустимих напружень?
- 107 Що таке $[\sigma]$?
- 108 Сформулюйте гіпотезу плоских перерізів.
- 109 Сформулюйте гіпотезу про ненатиснення поздовжніх волокон.
- 110 Що дає використання гіпотези плоских перерізів при виведенні формул нормальних напружень при згині ?
- 111 Що дає використання гіпотези про ненатиснення волокон при виведенні формул нормальних напружень при згині ?
- 112 Які геометричні характеристики перерізу входять у формулу нормальних напружень при згині?
- 113 При якому відношенні $\frac{h}{\ell}$ (h – висота перерізу балки, ℓ – прогин балки) можна користуватися формулою $\sigma = \frac{My}{J}$ без помітної похибки?
- 114 Як розподілені дотичні напруження по висоті прямокутного перерізу?
- 115 Як розподілені дотичні напруження по висоті тонкостінного двотавра?

116 Укажіть формулу для дотичних напружень при згині балки.

117 Як у балках при згині визначити головні напруження?

118 Укажіть умову міцності за енергетичною теорією міцності.

119 Укажіть, яке з диференціальних рівнянь використовується для визначення прогинів балки?

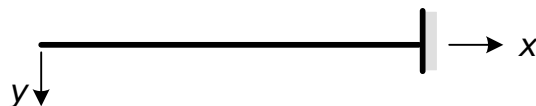
120 Які з чотирьох початкових параметрів y_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної на рисунку однопрогонової балки?



121 Які з чотирьох початкових параметрів y_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної на рисунку однопрогонової балки?

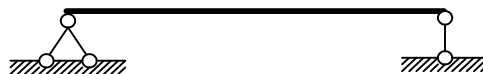


122 Які з чотирьох початкових параметрів y_0 , φ_0 , M_0 , Q_0 дорівнюють нулю для показаної на рисунку однопрогонової балки?

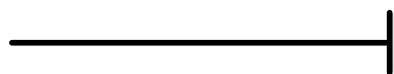


123 Запишіть формули для визначення прогинів і кутів повороту балки методом фіктивного навантаження.

124 Побудуйте для заданої схеми балки її фіктивну схему.



125 Побудуйте для заданої схеми балки її фіктивну схему.



126 Побудуйте для заданої схеми балки її фіктивну схему.



Контрольні запитання до модуля 2

- 1 Що називається статично визначною системою?
- 2 Що називається статично невизначною системою?
- 3 Що таке геометрично змінювана система?
- 4 Що таке геометрично незмінна система?
- 5 Що таке основна система?
- 6 Які властивості повинна мати основна система?
- 7 Який фізичний зміст рівнянь спільності деформацій?
- 8 Як визначається число зайвих зв'язків у нерозрізній плоскій балці?
- 9 Укажіть рівняння трьох моментів.
- 10 Чому балка, що лежить на пружній основі, статично невизначна?
- 11 Укажіть диференціальне рівняння для прогинів балки, що лежить на пружній основі. Що називається статично визначною системою?
- 12 Укажіть рівняння для визначення прогинів короткої балки на пружній основі.
- 13 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



- 14 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



- 15 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



16 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



17 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



18 Запишіть граничні умови для зображеної на рисунку балки на пружній основі.



19 Що таке нескінченно довгі балки на пружній основі?

20 Укажіть формулу для визначення прогину в перерізах нескінченно довгої балки на пружній основі від дії зосередженої сили F .

21 Укажіть формулу для визначення кута повороту в перерізах нескінченно довгої балки на пружній основі від дії зосередженої сили F .

22 Укажіть формулу для визначення згинального моменту в перерізах нескінченно довгої балки на пружній основі від дії зосередженої сили F .

23 Укажіть формулу для визначення поперечної сили в перерізах нескінченно довгої балки на пружній основі від дії зосередженої сили F .

24 Яка деформація називається косим згином?

25 Який із наведених елементів зазнає деформації косоного згину?

26 У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна подати косий згин?

27 Що означають змінні z і y , що входять у формулу для нормальних напружень при косому згині $\sigma = \frac{M_z}{J_z} y + \frac{M_y}{J_y} z$?

28 Що називається нейтральною віссю при косому згині?

29 Як записується умова міцності при косому згині?

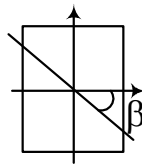
30 Що таке кут β у рівнянні нейтральної осі $\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \frac{J_z}{J_y}$ при косому згині?

31 Що таке кут α у рівнянні нейтральної осі $\text{tg } \beta = \text{tg } \alpha \frac{J_z}{J_y}$ при косому згині?

32 Як розміщена нейтральна вісь при косому згині?

33 Як визначається напрямок сумарного прогину при косому згині?

34 У яких точках перерізу досягаються максимальні значення нормальних напружень при косому згині, якщо нейтральна вісь розміщена у такий спосіб?



35 У вигляді суперпозиції яких простих деформацій можна подати позацентровий стиск?

36 Як записується умова міцності при позацентровому стиску?

37 Що означають змінні \mathbf{z} і \mathbf{y} у формулі для обчислення нормальних напружень $\sigma = \frac{F}{A} \left(1 + \frac{z_f}{i_y^2} z + \frac{y_f}{i_z^2} y \right)$ при позацентровому стиску?

38 Що означають змінні \mathbf{z}_f і \mathbf{y}_f у формулі для обчислення нормальних напружень $\left(\sigma = \frac{F}{A} \left(1 + \frac{z_f}{i_y^2} z + \frac{y_f}{i_z^2} y \right) \right)$ при позацентровому стиску?

39 Що називається нейтральною лінією?

40 Як розміщена нейтральна лінія при позацентровому стиску?

41 Що означають змінні z_0 і y_0 у рівнянні нейтральної лінії $\left(z_0 = -\frac{i_y^2}{z_f}, y_0 = -\frac{i_z^2}{y_f} \right)$ при позацентровому стиску?

42 У яких точках досягаються максимальні нормальні напруження?

43 У яких точках досягаються максимальне стискаюче і розтягувальне напруження при позацентровому стиску (стискаюча сила прикладена в т. А)?

44 Як розміщене ядро перерізу?

45 Яку властивість має ядро перерізу?

46 Які внутрішні зусилля виникають у перерізі при згині з крутінням?

47 Який напружений стан виникає при згині з крутінням?

48 Які напруження враховуються при перевірці міцності при згині з крутінням?

49 Як записується умова міцності при згині з крутінням?

50 У яких точках досягається максимальне напруження в кільцевому перерізі при згині з крутінням?

51 Що називається стійкою формою рівноваги?

52 Який елемент зазнає деформації поздовжнього згину?

53 Що називається критичною силою при поздовжньому згині?

54 За якою формулою розраховується критична сила?

55 За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів великої гнучкості ($\lambda > \lambda_{пред}$)?

56 За якою формулою обчислюється критична сила для стержнів середньої гнучкості ($\lambda_0 < \lambda \leq \lambda_{пред}$)?

57 Які межі застосування формули Ейлера?

58 Для яких стержнів застосовується формула Ясинського?

59 За якою формулою визначається гнучкість?

60 Від чого залежить гнучкість?

61 Від чого залежить гранична гнучкість $\lambda_{пред}$?

62 Яка розмірність гнучкості?

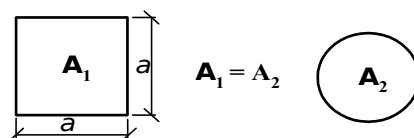
63 Від чого залежить приведена довжина стержня?

64 Від чого залежить коефіцієнт приведеної довжини стержня?

65 Як формулюється умова стійкості при поздовжньому згині?

66 Що задає коефіцієнт поздовжнього згину φ ?

67 Два стержня однакової довжини і з однаковими модулями пружності однаково закріплені і стиснуті силами F . Поперечний переріз одного з них круглий, іншого – квадратний, площі перерізів – однакові. Для якого стержня більша критична сила?



12 Розподіл балів, які отримують студенти

Згідно з «Положенням про впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу в УкрДАЗТ» використовується 100-бальна шкала оцінювання.

Принцип формування оцінки за модуль у складі залікового кредиту I за 100-бальною шкалою показано у таблиці, де наведена максимальна кількість балів, яку може набрати студент за різними видами навчального навантаження.

Таблиця 12.1

Максимальна кількість балів за модуль					
Відвідування лекцій (8 лекцій)	Практичні заняття (8 занять)	Лабораторні роботи (4 заняття)	Індивідуальна робота (РГР)	Модульне тестування	Сума балів за модуль
До 10	До 10	До 20	До 30	До 30	До 100

Примітка – для скороченої форми навчання кількість практичних занять – 4.

За складову «Відвідування лекцій» бали не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більше 50 % лекційних занять у модулі з неповажних причин. За відвідування кожної лекції понад 50 % нараховується по 2,5 бали. Максимальна сума становить 10 балів.

За складову «Практичні заняття» бали не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більше 50 % практичних занять у модулі з неповажних причин. За відвідування кожного заняття понад 50 % нараховується по 2,5 бали (для студентів скороченої форми навчання по 5 балів). Максимальна сума, яку може набрати студент – 10 балів.

За складову «Лабораторні роботи» бали нараховуються таким чином: за відвідування кожного заняття (4 заняття) нараховується по 2 бали; за захист лабораторних робіт нараховує-

ться по 3 бали. Максимальна сума, яку може набрати студент – 20 балів.

У складовій «*Індивідуальна робота*» оцінюється якість виконання та захисту розрахунково-графічних робіт. Кожен модуль включає виконання та захист однієї РГР, оцінювання якої проводиться за трьома рівнями:

- “відмінно” – 30 балів;
- “добре” - 20 балів;
- “задовільно” – 10 балів.

Максимальна кількість балів складає 30 балів.

Модульне тестування оцінює рівень засвоєння матеріалу змістових модулів, які входять до складу відповідного модуля. Максимальна кількість балів складає 30, із розрахунку до 1 балу за кожен правильну відповідь.

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися *додаткові бали* за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах тощо.

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більш 100 балів разом з переліченими складовими модульної оцінки. Обґрунтованість нарахування студенту додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згодні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

Кількість балів, яка може бути отримана за результатом модульного контролю, дає студенту можливість для підвищення оцінки поточного контролю на один ступінь за державною шкалою:

- з “4” (82-89 балів) на “5” (90-100 балів);
- з “3” (69-74 бали) на “4” (75-89 балів);
- з “2” (35-59 балів) на “3” (60-68 балів).

Таким чином максимальна кількість балів модульного контролю коливається у межах від 10 до 25 балів залежно від конкретного випадку.

Оцінка семестрового іспиту визначається як середньоарифметична оцінок двох модулів відповідно до залікового кредиту І.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до державної шкали (5, 4, 3) та шкали ECTS (A, B, C, D, E).

Таблиця 12.2

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
1	2	3	4
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬН О - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або іспит (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхі-	<35	F

	дна серйозна подальша робота (повторне вивчен- ня модуля)		
--	---	--	--

13 Методичне забезпечення

1 Навчально-методичний комплекс дисципліни «Опір матеріалів» (тестові питання, завдання для виконання розрахунково-графічних завдань, екзаменаційні білети, структурно-логічна схема дисципліни і т.д.).

2 Ватуля Г.Л. Розрахунково-проектувальні завдання з опору матеріалів та будівельної механіки. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – 35 с. – № 3654.

3 Кітов Ю.П., Чихладзе Е.Д. Побудова епюр внутрішніх сил в рамках з використанням ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 1998. – 130 с. – № 3322.

4 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Веревічева М.А. Визначення геометричних характеристик складних плоских перерізів з контролем рішення на комп'ютері. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 100 с. – № 1424.

5 Кітов Ю.П., Чихладзе Е.Д., Гайдук О.М. Розрахунок на міцність і визначення переміщень в балках при згині з контролем рішення на ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – 85 с. – № 877.

6 Кітов Ю.П. Розрахунок нерозрізних балок з контролем розв'язання на ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 2002. – 115 с. – № 3693.

7 Кітов Ю.П., Чихладзе Е.Д., Гайдук О.М. Розрахунок балок на пружній основі з використанням ПЕОМ. – Харків: ХарДАЗТ, 2000. – 115 с. – № 93.

8 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П., Веревічева М.А., Чуменко С.М., Красюк О.Г. Розрахунки на складний опір та стійкість із застосуванням ПЕОМ. – Харків: УкрДАЗТ, 2001. – 105 с. – № 888.

9 Чихладзе Е.Д., Черненко М.Г., Берестянська С.Ю., та ін. Тестові питання з дисципліни "Опір матеріалів" з програмним забезпеченням. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 50 с.

14 Список літератури

Базова

- 1 Чихладзе Э.Д. Сопротивление материалов. – Харьков: УкрГАЖТ, 2002. – 362 с.
- 2 Чихладзе Е. Д. Опір матеріалів. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – 362 с.
- 3 Сопротивление материалов / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; Под ред. А.В. Александрова. – М.: Высш. школа, 1975. – 479 с.
- 4 Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності. Ч.1: Загальні основи / За ред. В.Г. Піскунова – К.: Вища шк., 1994. – 204 с.
- 5 Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 544 с.
- 6 Сборник задач по сопротивлению материалов / Под ред. А.С. Вольмира. – М.: Наука, 1984. – 407 с.
- 7 Чихладзе Е.Д., Кітов Ю.П. Вибрані задачі з опору матеріалів з розв'язаннями. – Харків:УкрДАЗТ, 2002. – 194 с.

Допоміжна

- 1 Сопротивление материалов: Лабораторные работы / И.А. Цурпал, Н.П. Барабан, В.М. Швайко. – К.: Вища шк., 1988. – 130 с.
- 2 Опір матеріалів з основами теорії пружності і пластичності. Ч.2: Приклади і задачі / За ред. В.Г. Піскунова. – К.: Вища школа, 1995. – 303 с.
- 3 Лабораторний практикум з опору матеріалів і будівельної механіки: Навч. посібник. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч.713.
- 4 Лабораторный практикум по сопротивлению материалов и строительной механике: Уч. пособие. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 228 с. – № 620.2 Ч–713.

15 Інформаційні ресурси

- 1 Державні будівельні норми України (ДБН) з розрахунку та проектування конструкцій та будівель.
- 2 НТБ УкрДАЗТ (Харків, пл. Фейєрбаха, 7).
- 3 Медіатека УкрДАЗТ (Харків, пл. Фейєрбаха, 7).
- 4 ХДНБ ім. В.Г. Короленка (Харків, пров. Короленка, 18).
- 5 Харківський ЦНТЕІ (Харків, просп. Гагаріна, 4).

Примітки

1 Робоча програма навчальної дисципліни є нормативним документом вищого навчального закладу і містить виклад конкретного змісту навчальної дисципліни, послідовність, організаційні форми її вивчення та їх обсяг, визначає форми та засоби поточного і підсумкового контролів.

2 Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри, у методичній комісії факультету, підписується завідувачем кафедри, головою методичної комісії і затверджується проректором вищого навчального закладу з навчальної роботи.

3 Формат бланка А4 (210×297 мм).

4 * для ОКР бакалавр, спеціаліст; ** для ОКР магістр.

5 *** для денної скороченої форми навчання.

6 Опис та структуру навчальної дисципліни для скороченої форми навчання наведено у додатку А.

Додаток А

Таблиця А.1 – Опис навчальної дисципліни (скорочена форма навчання)

Показники	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,5	Галузь знань 0601 Будівництво та архітектура (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
	Напрямок підготовки* 6.060101 «Будівництво» (шифр і назва)		
Модулів – 2	Спеціальність:**	Рік підготовки	
Змістових модулів – 4		2-й	2-й
Загальна кількість годин – 126		Семестр	
	3-й	3-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: <i>аудиторних – 4</i> <i>самостійної роботи студента – 3,41</i>	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	34 год	8 год
		Практичні, семінарські	
		17 год	4 год
		Лабораторні	
		17 год	6 год
		Самостійна робота	
		58 год	108 год
		Індивідуальні завдання: 22 год/24 год	
Вид контролю: іспит			

Примітка – Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної й індивідуальної роботи становить:
для денної форми навчання – 68/58;
для заочної форми навчання – 18/108.

Таблиця А.2 – Структура навчальної дисципліни (скорочена форма)

Змістові модулі і теми	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Змістовий модуль 1. Загальні положення. Геометричні характеристики поперечних перерізів стержнів. Розтягання та стискання												
Тема 1	4	2	0	0		2	3.5	0.5	0	0		3
Тема 2	14	2	6	0		6	5.5	0.5	1	0		4
Тема 3	4	2	0	0		2	4.5	0.5	0	0		4
Тема 4	10	2	0	6		2	6.5	0.5	0	2		4
Разом за змістовим модулем 1	32	8	6	6		12	20	2	1	2		15
Змістовий модуль 2. Кручення. Теорія згину												
Тема 5	4	2	0	0		2	12	1	0	0		11
Тема 6	16	6	2	2		6	12	1	1	2		8
Разом за змістовим модулем 2	20	8	2	2		8	24	2	1	2		19
ІНДЗ	12	-	-	-	12	-	12	-	-	-	12	-
Усього годин за модулем 1	64	16	8	8	12	20	56	4	2	4	12	34
Модуль 2												
Змістовий модуль 3. Статично невизначні балки												
Тема 7	6	4	0	0		2	14.5	0.	0	0		14

								5				
Тема 8	4	2	0	0		2	10.5	0.5	0	0		10
Разом за змістовим модулем 3	10	6	0	0		4	25	1	0	0		24

Продовження таблиці А.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 4. Складний опір та стійкість												
Тема 9	28	8	6	6		8	19	2	1	0		16
Тема 10	14	4	3	3		4	14	1	1	2		10
Разом за змістовим модулем 4	42	12	9	9		12	33	3	2	2		26
ІНДЗ	10	-	-	-	10	-	12	-	-	-	12	-
Усього годин за модулем 2	62	18	9	9	10	16	70	4	2	2	12	50
Усього годин за курсом	126	34	17	17	22	36	126	8	4	6	24	84