

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра основ проєктування



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інженерної механіки

В.П.Олександренко

09 09 2020 р.

**СИЛАБУС**

Навчальна дисципліна **"Опір матеріалів"**

Освітньо-професійна програма **Архітектура та містобудування**

Рівень вищої освіти **перший (бакалаврський)**

**Загальна інформація**

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Багрій Олена Вікторівна
Профайл викладача	<a href="http://kopa.khnu.km.ua/2020/11/19/bagrii-olena-viktorivna/">http://kopa.khnu.km.ua/2020/11/19/bagrii-olena-viktorivna/</a>
E-mail викладача(ів)	avadaro@yahoo.com
Контактний телефон	заповнюється за домовленістю
Сторінка дисципліни в ІСУ	<a href="https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=3497">https://msn.khnu.km.ua/course/view.php?id=3497</a>
Навчальний рік	2020-2021
Консультації	Консультації Очні:четвер, 3 пара, 3-103а; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

**Характеристика дисципліни**

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни Кредити ЄКТС	Кількість годин					Курсовий проєкт	Курсова робота	Форма семестрового контролю		
					Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента			Самостійна робота, у т.ч. ІРС	Залік	Іспит
					Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття						
В	Д	2	3	4	51	34		17	39			+		
	Д	2	4	4	54	36		18	96			+		
<b>Разом ДФН</b>				<b>8</b>	<b>140</b>	<b>105</b>		<b>35</b>	<b>135</b>			<b>1</b>		

**Анотація дисципліни**

Дисципліна **"Опір матеріалів"** одна з перших загальноінженерних дисциплін, що є важливою для технічної підготовки інженерних напрямів. Це навчальна дисципліна, що вивчає інженерні методи розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість. Дисципліна має теоретично-експериментальний характер. Її розрахункові методи використовують загальні положення і принципи механіки, фізики, математики, в першу чергу, теоретичної механіки, математичного аналізу, лінійної алгебри. З іншого боку, інженерна спрямованість методів опору матеріалів вимагає використання в розрахунках законів деформування і механічних характеристик конкретних конструкційних матеріалів, які визначаються за результатами спеціальних випробувань зразків матеріалів. Формує у студентів базові теоретичні та практичні знання з розрахунків найпростіших стрижневих систем, які забезпечують їх надійність, довговічність, а також обґрунтовану економічність. Дисципліна викладається для студентів денної форми навчання, які навчаються за спеціальністю 191 «Архітектура та містобудування».

Розділи дисципліни: основи теорії напруженого і деформативного станів, прості види деформацій бруса вивчаються в третьому семестрі, гіпотези міцності, загальний випадок навантаження бруса (складний опір), стійкість рівноваги елементів пружних конструкцій, енергетичні методи визначення перемішень вивчаються в четвертому семестрі, аудиторне навантаження – в формі лекційного курсу, практичних занять. Самостійна робота студентів передбачає виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань.

При викладанні дисципліни використовуються словесні (розповідь, бесіда, пояснення); практичні (практичні заняття, розрахунково-графічні роботи); наочні (ілюстрування навчального матеріалу за допомогою слайдів PowerPoint, розмішених у модульному середовищі) форми проведення занять.

### *Мета, предмет і завдання дисципліни*

**Мета дисципліни** – вивчення і обґрунтування розрахунків брусів та найпростіших конструкцій на міцність, жорсткість і стійкість.

**Предмет дисципліни.** Методики розрахунків брусів на міцність, жорсткість і стійкість.

**Завдання дисципліни.** Надати студентам знання і практичні навички щодо розрахунків найпростіших стрижневих систем, які забезпечують їх надійність, довговічність, а також обґрунтовану економічність.

### *Очікувані результати навчання.*

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло використовувати понятійний апарат та професійну термінологію; виконувати розрахунки найпростіших конструкцій; проводити лабораторні випробування зразків матеріалу для встановлення необхідних для розрахунків механічних характеристик матеріалів; використовувати різні методи розв'язання інженерних задач.

### *Тематичний і календарний план вивчення дисципліни*

*Таблиця 3 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни у 3 семестрі*

№ тижня	Тема лекції	Тема практичного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	2	3	5	6	7
1	Основні поняття. Мета та основні задачі дисципліни.	Визначення реакцій в'язей і внутрішніх зусиль	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 8-10 [5, 6-9]
2	Основи теорій напруженого і деформативного станів.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 146-148 [3, 4-16]
3	Плоский напружений стан.	Пряма і обернена задачі теорії напруженого стану	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання першої частини РГЗ 1 "Обернена задача теорії напруженого стану".	3	[1] с. 146-158
4	Фізичні співвідношення між напруженнями і деформаціями.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 165-170 [3, 16-23]
5	Геометричні характеристики перерізів бруса.	Визначення моментів інерції відносно головних центральних осей перерізу	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання другої частини РГЗ 1. "Визначення головних моментів інерції складного поперечного перерізу".	3	[1] с. 68-76 [5, 49-62]
6	Осьовий розтяг (стиск) бруса.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 10-24 [3, 23-25]
7	Розрахунки на міцність і жорсткість брусів, що працюють на розтяг.	Розрахунок бруса на розтяг	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять. Виконання РГЗ № 2 "Розрахунок бруса на розтяг (стиск)".	3	[1] с. 28-30 [5, 7-9]
8	Зсув.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 40-43 [3, 28-32]
9	Згин бруса.	Розрахунок заклепкових і зварних з'єднань	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 77-80 [5, 37-42]
10	Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 93-97 [3, 26-27]
11	Оцінка міцності балок за нормальними напруженнями.	Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 3 "Розрахунок статично визначуваних балок".	3	[1] с. 80-84, 97-100 [5, 103-106, 113-120]

12	Поперечний згин балки.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 84-88 [3, 32-37]
13	Переміщення при згині.	Розрахунок балок на міцність	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 97-100 [5, 112-122]
14	Кручення бруса.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 40-47 [3, 37-40]
15	Кручення брусків некруглого поперечного перерізу.	Визначення переміщень при згині	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 56-59 [5, 110-112]
16	Кручення тонкостінних профілів.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	2	[1] с. 59-61 [3, 41-43]
17	Приклади розрахунків елементів конструкцій на кручення.	Розрахунок брусків на кручення	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	3	[1] с. 54-56 [5, 83-95]

**Таблиця 4 – Тематичний і календарний план вивчення дисципліни у 4 семестрі**

№ тижня	Тема лекції	Тема практичного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	2	3	5	6	7
1	Оцінка міцності при складному напруженому стані.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[1] с. 171-179 [3, 43-45]
2	Загальний випадок навантаження бруса. Косий згин.	Косий згин	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 4 "Складний опір: косий згин, позацентровий стиск, згин з крученням".	6	[4] с. 406-413 [5, 158-160]
3	Позацентровий стиск жорсткого бруса.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 413-420 [3, 46-52]
4	Робота бруса на згин з крученням.	Позацентровий стиск	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 4 "Складний опір: косий згин, позацентровий стиск, згин з крученням".	6	[4] с. 421-437 [5, 160-161]
5	Стійкість пружної рівноваги стисненого стрижня.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 513-521 [3, 52-54]
6	Практичні методи розрахунків стрижня на стійкість.	Згин з крученням	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 4 "Складний опір: косий згин, позацентровий стиск, згин з крученням".	6	[4] с. 524-532 [5, 161-164]
7	Енергетичні методи визначення переміщень в пружних системах.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 437-454 [3, 54-59]
8	Практичні методи визначення переміщень.	Розрахунок стиснених стрижнів на стійкість	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 5 "Розрахунок стисненого стрижня на стійкість".	6	[4] с. 454-464 [5, 127-138]
9	Статично невизначувані конструкції.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 472-475 [3, 59-63]
10	Розрахунок статично невизначуваних балок і рам.	Визначення переміщень в пружних системах	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 476-494 [5, 145-152]
11	Принципові відмінності роботи статично невизначуваних систем.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 501-507 [3, 63-67]
12	Розрахунок конструкцій на динамічні навантаження.	Розрахунок статично невизначуваних балок і рам	Опрацювання лекційного матеріалу. Виконання РГЗ 6 "Розрахунок статично невизначуваної балки".	6	[1] с. 322-327
13	Розрахунок конструкцій на ударне навантаження.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[1] с. 360-373 [3, 67-70]
14	Механічні коливання.	Розрахунок конструкцій, що рухаються прискорено	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[1] с. 330-353 [5, 199-200]
15	Розрахунки на циклічно змінні навантаження при		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до	5	[1] с. 447-451, 454-478 [3, 70-72]

	симетричних циклах.		практичних занять.		
16	Витривалість при асиметричних циклах.	Ударне навантаження Механічні коливання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[1] с. 479-496 [5. 201-204]
17	Розрахунки деталей на витривалість.		Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	5	[4] с. 631-637 [5. 204-206]
18	Стратегічні задачі і перспективні шляхи розвитку науки про міцність.	Розрахунки деталей на витривалість	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до практичних занять.	6	[4] с. 631-637

**Примітка:** \*Лекції проводяться кожен тиждень по дві години, практичні заняття – через тиждень по дві години.

#### Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу з дисципліни відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції, практичні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, індивідуальні завдання виконувати якісно та відповідно до графіка.

Під час роботи над індивідуальними завданнями недопустимі порушення правил академічної доброчесності. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту індивідуальне завдання іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати індивідуальне завдання згідно із його варіантом.

#### Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу.

Оцінювання знань студентів здійснюється за такими загальними критеріями.

Поточний контроль здійснюється під час практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком навчального процесу. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- виконання індивідуальних розрахунково-графічних завдань
- виконання аудиторної контрольної роботи.

Семестровий контроль у третьому та четвертому семестрах проводиться у формі заліку. При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати поточного контролю з усього матеріалу дисципліни. Студент, який не набрав позитивний середньозважений бал за поточну роботу, вважається невстигаючим.

#### Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми навчання за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота				Самостійна, індивідуальна робота				Семестровий контроль
<b>Третій семестр</b>								
Контрольні роботи				Розрахунково-графічні завдання				Семестровий контроль, залік
1	2	3	4	1	2	3	4	За рейтингом
VK*		0,5		0,5				0
<b>Четвертий семестр</b>								
Контрольні роботи				Розрахунково-графічні завдання				Семестровий контроль, залік
1	2	3	4	1	2	3	4	За рейтингом
VK*		0,5		0,5				0

Умовні позначення: VK – ваговий коефіцієнт.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

#### Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів		Інституційна оцінка, критерії оцінювання	
			Зараховано	
A	4,75–5,00	5		<b>Відмінно</b> – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		<b>Добре</b> – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками

C	3,75–4,24	4	Незараховано	<i>Добре</i> – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		<i>Задовільно</i> – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2		<i>Незадовільно</i> – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Залік виставляється, якщо середньозважений бал, який отримав студент з дисципліни, знаходиться у межах від 3,00 до 5,00 балів. При цьому за вітчизняною шкалою ставиться оцінка «зараховано», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом кількості балів відповідно до таблиці Співвідношення.

### ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ ЗДОБУТИХ СТУДЕНТАМИ ЗНАТЬ

1. Вклад вітчизняних і іноземних вчених в розвиток механіки матеріалів і конструкцій (опору матеріалів).
2. Основні поняття: міцність, пружність, пластичність, зовнішні сили і внутрішні зусилля, брус, оболонка, масивне тіло.
3. Основні задачі опору матеріалів.
4. Реальна конструкція і розрахункова схема. Ідеалізація властивостей матеріалів, форми елементів і характеру передачі навантажень при виборі розрахункової схеми.
5. Метод перерізів. Види внутрішніх зусиль. Характер деформацій елементів, що відповідає кожному виду зусиль.
6. Поняття про напруження. Напруження повні, нормальні і дотичні. Поняття про деформації. Деформації лінійні і кутові, пружні і пластичні.
7. Види механічних випробувань матеріалів. Діаграми деформувань. Закони навантаження і розвантаження. Залишкові видовження і звуження.
8. Випробування зразків на розтяг. Границі пружності, пропорційності, текучості і міцності, характеристики пластичності.
9. Випробування зразків різних матеріалів на стиск, зріз і кручення.
10. Закон Гука. Модуль пружності. Експериментальне визначення модуля Юнга. Коефіцієнт Пуассона.
11. Основи теорії напруженого стану. Поняття про тензор напружень. Головні площинки і головні напруження. Позначення напружень. Правило знаків.
12. Одноосний напружений стан. Вирази для нормальних і дотичних напружень, що діють по довільним площинкам.
13. Плоский напружений стан. Вирази для нормальних і дотичних напружень, що діють по довільним площинкам. Напруження по взаємно-перпендикулярним площинкам. Закон парності дотичних напружень. Визначення головних напружень і положення головних площинок.
14. Деформації у випадку складного напруженого стану. Узагальнений закон Гука.
15. Поняття про потенціальну енергію деформації. Визначення енергії деформації через головні напруження. Енергія зміни об'єму і форми елемента.
16. Статичні моменти перерізів. Визначення положення центра ваги перерізу.
17. Осьові, відцентрові і полярні моменти інерції. Головні осі і головні моменти інерції.
18. Залежність між моментами інерції в разі паралельного переносу і повороту осей.
19. Визначення положення головних центральних осей і обчислення головних моментів інерції складного перерізу.
20. Визначення положення головних центральних осей для перерізів, що мають одну, дві і більше двох осей симетрії.
21. Розтяг (стиск) бруса. Визначення зусиль, напружень, деформацій.
22. Розрахунки на міцність при розтязі. Поняття про коефіцієнт запасу. Фактори, що впливають на його величину. Допустиме напруження, його визначення для пластичних і крихких матеріалів.
23. Умова міцності в разі розтягу бруса. Задачі, що розв'язуються за допомогою цієї умови.
24. Визначення переміщень при розтязі стержнів постійного, ступенчато-змінного і змінного перерізів. Розрахунки на жорсткість.
25. Чистий зсув. Закон Гука при зсуві. Модуль зсуву, його експериментальне визначення. Залежність між пружними сталими матеріалу.
26. Розрахунки на зріз і зминання. Розрахунки заклепкових і зварних з'єднань.
27. Кручення. Визначення крутних моментів. Побудова епюр Мкр. Знаходження скручуючи моментів через потужність і швидкість обертання.
28. Кручення бруса круглого поперечного перерізу. Визначення напружень і кутів закручування.
29. Умова міцності і жорсткості при крученні. Розрахунок круглих валів на міцність і жорсткість.

30. Кручення брусків не круглого поперечного перерізу (еліптичного і прямокутного).
31. Кручення тонкостінних профілів замкнутого типу. Визначення максимальних напружень і кутів закручування.
32. Кручення тонкостінних відкритих профілів. Визначення максимальних напружень і кутів закручування.
33. Дослідження напруженого стану і розрахунок на міцність циліндричних гвинтових пружин.
34. Визначення видовжень або осадок циліндричних пружин. Жорсткість пружини.
35. Згин. Приклади конструкцій, що працюють на згин. Визначення реакцій опор балок. Класифікація форм згину.
36. Поперечна сила і згинальний момент. Диференційні залежності Д.І.Журавського. Інтегральні залежності між  $M$ ,  $Q$  і  $q$ .
37. Побудова епюр  $Q$  і  $M$  аналітичним методом і за характерними точками.
38. Побудова епюр  $Q$  і  $M$  інтегральним методом.
39. Чистий згин. Залежність між кривизною і згинальним моментом. Визначення положення нейтральної осі і напружень в поперечних перерізах балки.
40. Напруження в балках при поперечному згині. Вивід формули Д.І.Журавського для дотичних напружень. Розподіл дотичних напружень в прямокутному поперечному перерізі.
41. Розрахунки на міцність при згині. Рациональні форми поперечних перерізів балок, що виготовлені з крихких і пластичних матеріалів.
42. Види переміщень при згині. Точне і наближене диференціальне рівняння зігнутої осі. Метод безпосереднього інтегрування. Визначення сталих інтегрування.
43. Метод початкових параметрів. Універсальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення початкових параметрів для різних схем балок.
44. Розрахунки на міцність в умовах складного напруженого стану. Поняття про гіпотези міцності, необхідність їх введення.
45. Класичні гіпотези міцності. Критерії і умови міцності за цими гіпотезами.
46. Енергетичні гіпотези і гіпотеза Мора. Критерії і умови міцності за цими гіпотезами.
47. Розрахунки на міцність в загальному випадку навантаження бруса. Основні положення, приклади.
48. Косий згин. Визначення напружень, положення нейтральної лінії, положення небезпечних точок. Розрахунки на міцність.
49. Позацентричний стиск (розтяг). Визначення напружень, положення нейтральної лінії, положення небезпечних точок. Розрахунки на міцність.
50. Одночасна дія згинального і крутного моментів. Оцінка напруженого стану бруса. Вивід формул для головних напружень.
51. Оцінка міцності бруса, що працює на згин з крученням, за різними гіпотезами міцності.
52. Перевірка міцності бруса прямокутного перерізу при дії згинального крутного моментів.
53. Розрахунок вала на згин з крученням.
54. Робота зовнішніх сил і потенціальна енергія деформації пружних систем.
55. Теорема про взаємність робіт (теорема Бетті).
56. Поняття про одиничні сили і одиничні переміщення. Теорема про взаємність переміщень (теорема Максвелла).
57. Обчислення переміщень з допомогою інтеграла Максвелла-Мора.
58. Графо-аналітичний спосіб обчислення інтеграла переміщень (правило Верещагіна).
59. Стійкість рівноваги пружних систем. Стійкість стиснутого стержня (задача Ейлера). Визначення критичної сили для різних форм закріплення стержня.
60. Границі використання формули Ейлера для критичної сили. Гнучкість стержня. Формула Ясинського-Тетмайєра.
61. Умова стійкості стисненого стержня. Типи задач, що вирішують за цією умовою. Підбір розмірів поперечного перерізу методом послідовних наближень.
62. Розрахунок конструкцій на динамічні навантаження. Типи динамічних задач. Механічні характеристики матеріалів при динамічних напруженнях. Ударна в'язкість матеріалів.
63. Розрахунок конструкцій, що рухаються з прискоренням. Підйом вантажу та горизонтального бруса з прискоренням. Поняття про коефіцієнт динамічності.
64. Визначення напружень в поперечному перерізі тонкого кільця, що рівномірно обертається з кутовою швидкістю  $\omega$ .
65. Ударне навантаження. Основні положення технічної теорії удару. Розрахунок на удар без врахування маси конструкції.
66. Особливості розрахунків на удар з врахуванням маси конструкції, що зосереджена в точці удару та розподілена по довжині елементів.
67. Механічні коливання конструкцій. Загальні положення. Класифікація коливань. Власні коливання систем з одним ступенем вільності. Формула для кругової частоти.
68. Вимушені коливання систем. Умова відстрочки від резонансу. Критична швидкість обертання вала.
69. Міцність матеріалів при змінних в часі напруженнях. Характеристики циклів навантажень. Крива втоми, границя витривалості.
70. Міцність матеріалів при асиметричних циклах. Діаграма граничних амплітуд, її корегування і схематизація.
71. Границя витривалості деталі. Вплив на її величину форми і розмірів деталі, характеру обробки поверхні.
72. Розрахунки деталей на втому при симетричних і асиметричних циклах навантаження.
73. Метод електротензометрії.
74. Проблеми і шляхи подальших досліджень в механіці матеріалів і конструкцій.

## ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Корнілов О.А. Опір матеріалів. [Підручник]. – Київ: Логос, 2000 –551 с.
2. Ковтун В.В., Павлов В.С., Дорофєєв О.А. Опір матеріалів. Розрахункові роботи. Навчальний посібник. – Львів: Афіша, 2002. –280 с.
3. Ковтун В.В., Павлов В.С., Кондратюк В.І. Опір матеріалів. Методичні вказівки до лабораторних робіт. – Хмельницький, ХТІ, 1992. – 72 с.


### Допоміжна

4. Сопротивление материалов. Под редакцией акад. АН УССР Г.С.Писаренко. – Киев, изд-ва «Техника», 1967г. - 791 с.
5. Ковтун В.В., Павлов В.С., Кондратюк В.І. Опір матеріалів. Методичні вказівки до лабораторних робіт. – Хмельницький: ХТІ, 1992. – 72 с.

## ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: [http://lib.khnu.km.ua/asp/php\\_f/plage\\_lib.php](http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php).
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.

Розробник

 к.т.н., доц. Багрій О.В.

Погоджено:

Гарант ОП

\_\_\_\_\_ д.арх., доц. Смоляк В.В.

Зав. каф. основ  
проектування

 к.т.н., доц. Дорофєєв О.А.