

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Механіка

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Ректор (перший проректор)



« 10 » 10 202\_\_ року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Основи складного опору матеріалів і конструкцій

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 133 Галузеве машинобудування

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Машинобудівний

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська

2022 рік

Робоча програма Основи забезпечення сталості конструкцій обладнання та оснастки для студентів  
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 133 Галузеве машинобудування

освітня програма (спеціалізація) Металорізальні верстати та системи  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

«  » \_\_\_\_\_, 202\_ року -   11   с.

Розробники: Скрєбцов Андрій Андрійович, канд. техн. наук  
Омельченко Ольга Станіславівна, ст. викладач,  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Механіка»

Протокол від « 12 » \_\_\_\_\_  09  \_\_\_\_\_ 2022 року №  2 

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ «Механіка»  
(найменування кафедри)

« 12 » \_\_\_\_\_  09  \_\_\_\_\_ 2022 року \_\_\_\_\_ (В.Г. Шевченко)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією \_\_\_\_\_ Машинобудівного \_\_\_\_\_ факультету  
(найменування факультету)

Протокол від « 22 » \_\_\_\_\_  09  \_\_\_\_\_ 2022 року №  4 

«  » \_\_\_\_\_ 202\_ року. Заступник голови \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\* Металорізальні верстати та системи

«  » \_\_\_\_\_ 202\_ року. Керівник групи \_\_\_\_\_ (В.Солоха)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\* Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

\_\_\_\_\_ 202\_ рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування)	<i>вибіркова</i>	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація)  <u>133 Галузеве машинобудування (Металорізальні верстати та системи)</u> (код і найменування)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>РГР</u> (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 120		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 44 самостійної роботи студента – 76	Освітній ступінь:  <u>бакалавр</u>	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		14 год.	2 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
76 год.	112 год.		
		<b>Індивідуальні завдання:</b> <b>4 год.</b>	
		Вид контролю: <i>залік</i>	

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 40%

для заочної форми навчання – 8%

## 1. Мета навчальної дисципліни

**Мета:** Оволодіння студентами інженерними методами розрахунків елементів конструкцій на міцність, жорсткість та стійкість. надання студентам базових теоретичних знань і ґрунтовної практичної підготовки інженерних методів розрахунку напружено-деформованого стану при різних видах зовнішнього деформування.

**Завдання** навчити студентів володіти достатньо простими способами розрахунку типових елементів конструкцій; обирати матеріал об'єкту; призначати розміри елементів, види та способи з'єднання конструкцій між собою.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

**інтегральну компетентність:** Здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

### Загальні компетентності:

ЗК 1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

### Фахові компетентності:

ФК 1 Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК 2 Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій і процесів, в тому числі і за наявності деякої невизначеності.

ФК3 Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК6 Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

ФК 8 Здатність до просторового мислення і відтворення просторових об'єктів, конструкцій та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей.

**Очікувані програмні результати навчання:**

РН1) Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН4) Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН5) Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН8) Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

РН12) Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### *Змістовий модуль 1.*

**Складний опір. Складний опір кривих брусів, товстостінних та тонкостінних судів. Інтеграл Мора. Правило Верещагіна. Статично невизначувані системи. Стійкість стиснутих стержнів.**

**Тема 1.** Складний опір.

Складний опір. Складне і косо згинання. Розрахунки на міцність. Згинання з розтягненням (стисненням).

Позацентрове розтягнення (стиснення) прямого бруса. Розрахунки на міцність. Ядро перерізу та його визначення.

Згинання з крученням. Загальний випадок складного опору (вали круглого перерізу). Розрахунки на міцність.

**Тема 2\*.** Складний опір кривих брусів, товстостінних та тонкостінних судів.

Плоскі криві бруси. Побудова епюр. Визначення напружень, розрахунки на міцність. Розрахунок товстостінних циліндрів та тонкостінних оболонок. Розрахунок складених товстостінних циліндрів.

**Тема 3.** Загальні методи визначення переміщень.

Визначення переміщень зігнутої осі балки. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень у балках методом початкових параметрів.

Робота зовнішніх та внутрішніх сил. Теореми про взаємність робіт і переміщень. Визначення переміщень методом Мора. Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна. Формула Карнаухова для перемноження трапецій.

**Тема 4\*.** Статично невизначені системи.

Статично невизначені системи. Основні поняття та визначення. Етапи розрахунку. Канонічні рівняння методу сил. Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів. Вплив неточного розміщення опор. Окремі випадки.

**Тема 5.** Стійкість стиснутих стержнів.

Стійка та нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера. Вплив умов закріплення. Формула Ясинського для розрахунків за межами пропорційності.

Поздовжньо-поперечне згинання. Наближений та точний спосіб розрахунку. Визначення допустимого навантаження.

### *Змістовий модуль 2.*

**Розрахунки на міцність при динамічному навантаженні, при температурному впливі.**

**Тема 1.** Динамічний вплив навантаження.

Динамічні навантаження. Принцип Д'Аламбера. Розрахунки на міцність при динамічних навантаженнях.

Визначення напружень і розрахунки на міцність при ударних навантаженнях. Механічні властивості матеріалів при ударі.

**Тема 2\*.** Визначення напружень і розрахунки на міцність при коливаннях.

**Тема 3\*.** Температурні навантаження і температурні напруження.

Розрахунки на міцність при механічному і температурному навантаженні. Вплив температури на механічні властивості матеріалів.

*Теми, які відмічено «\*», виносяться на самостійну проробку, та рекомендуються в залежності від навчальних планів за спеціальністю.*

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
<b>Змістовий модуль 1.</b> Складний опір. Складний опір кривих брусів, товстостінних та тонкостінних посудів. Інтеграл Мора. Правило Верещагіна. Статично невизначувані системи. Стійкість стиснутих стержнів.												
Тема 1. Складний опір.	28	6		4	0,5	15	18,5	1		0,5	1	
Тема 2*. Складний опір кривих брусів, товстостінних та тонкостінних посудів.	6	1				5	5					
Тема 3. Загальні методи визначення переміщень.	12	4		4	0,5	5	7	1		1		
Тема 4*. Статично невизначені системи.	7	2				5	5					
Тема 5. Стійкість стиснутих стержнів.	9	2		2	0,5	5	7	1				
Разом за змістовим модулем 3	62	15		10	1,5	35	39,5	3		1,5	1	
<b>Змістовий модуль 2.</b> Розрахунки на міцність при динамічному навантаженні, при температурному впливі.												
Тема 1. Динамічний вплив навантаження.	25	10		4	0,5	10	13,5	2		0,5	1	
Тема 2*. Визначення напружень і розрахунки на міцність при коливаннях.	12	2				10	10					
Тема 3*. Температурні навантаження і температурні напруження.	23	3				21	21	1				
Разом за змістовим модулем 4	60	15		4	1	41	44,5	3		0,5	1	
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>30</b>		<b>14</b>	<b>2</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>6</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>112</b>

Примітка: «+2» - враховується РГР, як індивідуальне завдання.

### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачено.

### 6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачено.

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення основних механічних характеристик сталі при розтяганні	5
2	Визначення нормальних напружень в кривому брусі	5
3	Визначення переміщень балки при плоскому згинанні	4
Разом		14

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.1	Складний опір. Складне і косе згинання. Розрахунки на міцність. Згинання з розтягненням (стисненням).	2
1.2	Позацентрове розтягнення (стиснення) прямого бруса. Розрахунки на міцність. Ядро перерізу та його визначення.	2
1.3	Згинання з крученням. Загальний випадок складного опору (вали круглого перерізу). Розрахунки на міцність.	6
1.4	Плоскі криві бруси. Побудова епюр. Визначення напружень, розрахунки на міцність.	5
2	Розрахунок товстостінних циліндрів та тонкостінних оболонок. Розрахунок складених товстостінних циліндрів.	5
3.1	Робота зовнішніх та внутрішніх сил. Теорема про взаємність робіт і переміщень. Визначення переміщень методом Мора.	2
3.2	Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна. Формула Карнаухова для перемноження трапецій.	3
4.1	Статично невизначені системи. Основні поняття та визначення. Етапи розрахунку. Канонічні рівняння методу сил.	2
4.2	Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів. Вплив неточного розміщення опор. Окремі випадки.	3
5.1	Стійкість стиснутих стержнів. Стійка та нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера. Вилиття умов закріплення. Формула Ясинського для розрахунків за межами пропорційності. Про добір матеріалу і раціональних форм поперечних перерізів.	3
5.2	Поздовжньо-поперечне згинання. Наближений та точний спосіб розрахунку. Визначення допустимого навантаження.	2
6.1	Динамічні навантаження. Принцип Д'Аламбера. Розрахунки на міцність при поступальному та обертальному рухах.	5



1	2	3
6.2	Розрахунки при ударних навантаженнях (осьовому, згинальному та при крутінні). Механічні властивості матеріалів при ударі.	5
7.1	Пружні коливання, їх види. Власні та вимушені гармонійні коливання пружної системи з одним ступенем вільності, вплив в'язкого демпфування. Розрахунки на міцність. Резонанс, шляхи боротьби з ним.	3
7.2	Розрахунки при повторно-змінних навантаженнях. Явище втомленості матеріалів. Діаграма втомленості. Границя витривалості, вплив конструктивно-технологічних факторів. Розрахунки на міцність, концентрація напружень.	2
8.1	Температурні напруження. Вільне та стиснуте деформування полосо при впливі температур. Розрахунки на міцність при механічному і температурному навантаженні. Вплив температури на механічні властивості матеріалів.	5
8.2	Контактні напруження. Формули для визначення контактних напружень.	5
8.3	Розрахунки конструкцій за граничними станами. Розрахунки при розтягненні, крученні, згинанні. Схематизація діаграм напружень. Згинання до стану пластичного шарніру. Залишкові напруження.	5
8.4	Основи механіки руйнування. Основні поняття. Силові критерії руйнування.	6
<b>Разом</b>		<b>76</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Виконання Розрахунково-графічних робіт по завданням з карток на теми:

- 1.1 Розрахунки на міцність при косому згинанні.
- 1.2 Розрахунки на міцність при згинанні з крученням.
- 2 Визначення переміщень методом Мора та способом Верещагіна.
- 3 Розрахунки на стійкість стиснутих стрижнів методом послідовних наближень.
- 4.1 Розрахунки на міцність з урахуванням сил інерції та ударного навантаження.
- 4.2 Розрахунки на міцність при динамічних навантаженнях.

У разі не виконання терміну захисту практичної роботи оцінка знижується на 10 балів за кожну роботу.

### 10. Методи навчання

- розповідь – для оповідної, описової форми розкриття навчального матеріалу;
- пояснення – для розкриття сутності певного явища, закону, процесу;
- бесіда – для усвідомлення за допомогою діалогу нових явищ, понять;
- ілюстрація – для розкриття предметів і процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв'язанні практичних завдань;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;

- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення проблемної ситуації.

### 11. Очікувані результати навчання з дисципліни

Студент повинен знати:

- основні відомості про поведження матеріалів у різних умовах навантаження;
- основні механічні характеристики матеріалів і методи їх визначення;
- основні методи розрахунку на міцність, жорсткість та стійкість елементів конструкцій при різних зовнішніх впливах.

Студент повинен вміти вірно обирати та застосовувати на практиці основні методи розрахунків механічних систем на міцність, жорсткість, стійкість, витривалість та надійність при різних видах навантажень.

### 12. Засоби оцінювання

Для студентів денної форми навчання: усне опитування на лабораторних заняттях, аудиторна контрольна робота, тестування.

Для студентів заочної форми навчання: захист контрольної роботи, тестування.

### 13. Критерії оцінювання

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (екзамен)			Сума	
Змістовий модуль 3					Змістовий модуль 4			100	100
T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3		
20	30	20	30	40	25	10	25		

T1, T2 ... T6 – теми змістових модулів.

Оцінка підсумкового контролю визначається за 100-бальною шкалою (для іспитів, диференційованих заліків, курсових проектів/робіт, звітів з практики) або за двобальною шкалою «зараховано – не зараховано» (для заліків). Оцінка підсумкового контролю може враховувати результати поточного та проміжного (рубіжного) контролю у порядку, визначеному програмою освітнього компонента.

Позитивними оцінками для всіх форм контролю є оцінки від 60 до 100 балів за 100-бальною шкалою та оцінка «зараховано» за двобальною шкалою. Межею незадовільного навчання за результатами підсумкового контролю є оцінка нижче 60 балів за 100-бальною шкалою або оцінка «не зараховано» за двобальною шкалою. Отримання оцінки 60 балів та вище або оцінки «зараховано» передбачає отримання позитивних оцінок за всіма визначеними програмою освітнього компонента обов'язковими видами поточного, проміжного (рубіжного) контролю.

Оцінювання здійснюється по факту виконання усіх розділів самостійної роботи по вивченню курсу та виконання зазначених у робочій програмі навчальної дисципліни робіт. За результатами двох рубіжних перевірок виконання цих робіт а також теоретичних знань робиться висновок щодо проведення іспиту за розкладом.

#### 14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з дисципліни «Опір матеріалів» для студентів галузі знань “Механічна інженерія” заочної форми навчання. Частина II / уклад.: В.Г. Шевченко, С.Л. Рягін, О.Г. Попович, О.С. Омельченко, Г.Д. Фурсіна, А.А. Скребцов. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». 2019. – 40 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6404>)
2. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з курсу “Опір матеріалів” для студентів галузі знань “Механічна інженерія” денної форми навчання. III семестр / уклад.: В.Г. Шевченко, С.Л. Рягін, О.Г. Попович, О.С. Омельченко, А.А. Скребцов, І.А. Петрик, А.А. Панкєєва. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 58 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6407>)
3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Опір матеріалів» для студентів галузі знань “Механічна інженерія” денної форми навчання. Частина II / уклад.: В.Г. Шевченко, С.Л. Рягін, О.Г. Попович, О.С. Омельченко, Г.Д. Фурсіна, А.А. Скребцов. - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». 2019. – 47 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6406>)
4. Плакати.
5. Картки для контролю знань студентів.

#### 15. Рекомендована література

##### Базова

1. Скребцов А.А., Штанько П.К., Омельченко О.С., Опір матеріалів. Навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 452 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/8969>)
2. Теоретична механіка. Збірник завдань для розрахунково-графічних робіт / Укл.: П.К. Штанько, В.Г. Шевченко, О.С. Омельченко / За ред. Штанька П.К. – Запоріжжя: НУ «ЗП», 2019. – 228 с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6531>)
3. Писаренко Г.С. Опір матеріалів: Підручник/ Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський. – К.: Вища шк., 1993. – 655 с.
4. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / Г.С. Писаренко, В.А. Агарев, А.Л. Квитка, В.Г. Попков, Э.С. Уманский. – К.: Вища шк., 1979. – 696 с.
5. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: Учеб. для вузов / Феодосьев В.И. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 592 с.
6. Варданян Г.С. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности / Г.С. Варданян, В.И. Андреев, Н.М. Атаров, А.А. Горшков. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 512 с.
7. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. – К.: Наук. думка, 1988. – 736 с.
8. Мельніков О.В. Опір матеріалів / Мельніков О.В. Тернопіль, видавництво „ТДТУ ім. Пулюя” – 2003. – 212 с.
9. Посацький С.Л. Опір матеріалів / Посацький С.Л. Львів, видавництво Львівського університету - 1972. – 403 с.

### Допоміжна

1. Абрамов В.В. Остаточные напряжения и деформации в металлах / Абрамов В.В. – М.: Машгиз, 1963. – 355 с.
2. Абрамов В.В. Методы последовательных приближений в сопротивлении материалов: [учебное пособие] / Абрамов В.В. – К.: КПИ, 1980. – 97 с.
3. Дарков А.В. Сопротивление материалов: [учебник для техн. вузов] / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. – М.: Высш. шк., 1989. – 624 с.
4. Бюргер И.А. Сопротивление материалов: [учебное пособие] / И.А. Бюргер, Р.Р. Мавлютов. – М.: Наука, 1986. – 560 с.

### 16. Інформаційні ресурси

1. <http://www.mon.gov.ua> – сайт Міністерства освіти і науки України.
2. <http://www.zp.edu.ua> – сайт університету.