

**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**

Опір матеріалів \_\_\_\_\_

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка \_\_\_\_\_

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок \_\_\_\_\_

(назва освітньої програми (спеціалізації))

інститут, факультет Машинобудівний \_\_\_\_\_

(найменування інституту, факультету)

мова навчання українська \_\_\_\_\_

2022 рік

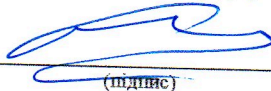
Робоча програма Опір матеріалів для студентів  
(назва навчальної дисципліни)  
 спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка  
 освітня програма (спеціалізація) Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

«   »    , 2022 року - 11 с.

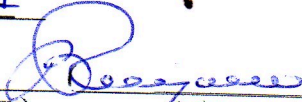
Розробники: Скребцов Андрій Андрійович, канд. техн. наук  
Омельченко Ольга Станіславівна, ст. викладач.  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

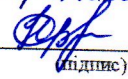
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри «Механіка»

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 № 1  
 «   »     2022 року. Заступник голови   
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми \*Технологія виробництва авіац. двигунів та енергетичних установок  
 «29» 09 2022 року. Керівник групи  (Сахнюк Н.В.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

    2022 рік

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 5	Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і найменування)	<i>обов'язкова</i>	
Модулів – 1	Спеціальність (освітня програма, спеціалізація)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>РГР</u> (назва)	<u>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (Технології виробництва авіаційних двигунів та енергетичних установок)</u> (код і найменування)	<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 150		3-й	3-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 60 самостійної роботи студента – 90	Освітній ступінь:  <u>бакалавр</u>	<b>Лекції</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		30 год.	6 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		90 год.	132 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b> <b>4 год.</b>			
Вид контролю: <i>екзамен</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:

ЗК01. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Здатність працювати у команді.

ЗК06. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК07. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

### Фахові компетентності:

ФК22. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики.

### Очікувані програмні результати навчання:

ПРН06. Володіти навичками самостійного навчання та автономної роботи для підвищення професійної кваліфікації та вирішення проблем в новому або незнайомому середовищі.

ПРН11. Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу.

## 2. Програма навчальної дисципліни

### *Змістовий модуль 1.*

**Вступ. Геометричні характеристики плоских перерізів. Розтягнення та стискання. Статично невизначувані системи. Напружений стан. Зсув.**

**Тема 1.** Вступ. Основні поняття. Геометричні характеристики плоских перерізів.

Вступ. Значення та задачі курсу. Об'єкти вивчення. Класифікація елементів конструкцій. Основні гіпотези науки про опір матеріалів. Класифікація зовнішніх сил. Визначення реакцій опор балок.

Внутрішні сили. Метод перерізів. Нормальні та дотичні напруження. ВСФ та їх визначення. Поняття про деформований стан матеріалу. Епюри.

**Тема 2.** Розтягнення та стискання. Напружений стан.

Розтягнення і стискання. Побудова епюр поздовжніх сил. Визначення напружень і деформацій. Закон Гука. Розрахунки на міцність і жорсткість. Врахування власної ваги.

Випробування матеріалів на розтягання. Допустимі напруження. Розрахунки на міцність за допустимими напруженнями. Вплив різних факторів на механічні властивості. Поняття про концентрацію напружень.

**Тема 3.** Статично невизначувані конструкції при розтяганні і стисканні.

Розв'язання статично невизначуваних задач методом переміщень.

**Тема 4.** Основи теорії напруженого і деформованого стану.

Напруження в точці. Закон парності дотичних напружень. Головні площадки і головні напруження. Лінійний, плоский та об'ємний стан. Деформації при об'ємному напруженому стані. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації.

**Тема 5.** Критерії міцності.

Завдання теорії міцності. Класичні теорії міцності. Поняття про нові теорії міцності.

**Тема 6\*.** Зсув.

Чистий зсув. Закон Гука, модуль пружності. Розрахунок на зріз. Залежність між  $E$  та  $G$ . Розрахунки болтових та клепоквих з'єднань.

### *Змістовий модуль 2.*

#### **Кручення. Згинання.**

**Тема 1.** Кручення.

Кручення. Побудова епюр крутних моментів. Напруження і деформації при крученні. Умови міцності та жорсткості. Концентрація напружень при крученні. Розрахунок валів на міцність і жорсткість.

Кручення стержнів некрутлого перерізу (прямокутного, еліптичного, складеного з прямокутників). Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.

**Тема 2.** Згинання.

Згинання. Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів. Диференціальні залежності при згинанні, правила для побудови епюр  $Ox$ , і  $M_y$ . Принцип суперпозиції.

Нормальні напруження при плоскому згинанні прямого стержня. Розрахунки на міцність по нормальним напруженням.

Дотичні напруження при згинанні. Формула Д.І. Журавського.

Про добір матеріалу і раціональних форм поперечних перерізів.

*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.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1.</b> Вступ. Геометричні характеристики плоских перерізів. Розтягнення та стискання. Статично невизначувані системи. Напружений стан. Зсув.												
Тема 1. Вступ. Основні поняття. Геом. характ. плоских перерізів.	23,5	4	6		0,5	10	12	1	0,5		0,5	10
Тема 2. Розтягнення та стискання. Напружений стан.	14,5	2	6		0,5	10	12,5	1	0,5		0,5	10
Тема 3. Статично невизначувані конструкції при розтяганні і стисканні.	9	2	2			5	5		0,5			5
Тема 4. Основи теорії напруженого і деформованого стану.	17	2				10	11,25	1	0,5			10
Тема 5. Критерії міцності.	9	2	2			5	5,25		0,5			5
Тема 6*. Зсув.	17	2				15	15		0,5			15
Разом за змістовим модулем 1	90	14	16		1	55	61	3	3		1	55
<b>Змістовий модуль 2.</b> Кручення. Згинання.												
Тема 1. Кручення.	19,5	7	6		0,5	10	12	1	1,5		0,5	10
Тема 2. Згинання.	42,5	9	8		0,5	25	29	2	1,5		0,5	25
Разом за змістовим модулем 2	62	16	14		1	35	41	3	3		1	35
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>30</b>		<b>2</b>	<b>90</b>	<b>102</b>	<b>6</b>	<b>6</b>			<b>138</b>

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

### 5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачено.

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення геометричних характеристик складних поперечних перерізів	6
2	Побудова епюр поздовжніх сил і переміщень при розтяганні східчастого стрижня з урахуванням власної ваги. Проектувальний розрахунок стрижня при розтяганні або стисканні	6
3	Розрахунки статично невизначуваних систем, елементи яких працюють на розтягнення або стискання	2
4	Аналітичне дослідження плоского напруженого стану в точці деформованого тіла	2
<i>Разом за змістовий модуль 1</i>		<i>16</i>
5	Побудова епюр крутильних моментів і кутів закручування. Розрахунки на міцність при крученні	6
6	Розрахунки на міцність при згинанні консольної і двохопорної балки	8
<i>Разом за змістовий модуль 2</i>		<i>14</i>
<b>Разом</b>		<b>30</b>

### 7. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.1	Вступ. Значення та задачі курсу. Об'єкти вивчення. Класифікація елементів конструкцій. Основні гіпотези науки про опір матеріалів. Класифікація зовнішніх сил. Визначення реакцій опор балок.	5
1.2	Внутрішні сили. Метод перерізів. Нормальні та дотичні напруження. ВСФ та їх визначення. Поняття про деформований стан матеріалу. Епюри.	5
2.1	Розтягнення і стиснення. Побудова епюр поздовжніх сил. Визначення напружень і деформацій. Закон Гука. Розрахунки на міцність і жорсткість. Врахування власної ваги.	5
2.2	Випробування матеріалів на розтягнення. Припустимі напруження. Розрахунки на міцність за припустимим напруженням. Вплив різних факторів на механічні властивості. Поняття про концентрацію напружень.	5

1	2	3
3	Статично невизначувані конструкції при розтягненні і стисненні. Розв'язання статично невизначуваних задач методом переміщень.	5
4	Основи теорії напруженого і деформованого стану. Напруження в точці. Закон парності дотичних напружень. Головні площадки і головні напруження. Лінійний, плоский та об'ємний стан. Деформації при об'ємному напруженому стані. Узагальнений закон Гука. Потенціальна енергія деформації.	10
5	Критерії міцності. Завдання теорій міцності. Класичні теорії міцності. Поняття про нові теорії міцності.	5
6	Зсув. Чистий зсув. Закон Гука, модуль пружності. Розрахунок на зріз. Залежність між $E$ та $G$ . Розрахунки болтових та клепових з'єднань.	15
7.1	Кручення. Побудова епюр крутних моментів. Напруження і деформації при крученні. Умови міцності та жорсткості. Концентрація напружень при крученні. Розрахунок валів на міцність і жорсткість.	5
7.2	Кручення стержнів некруглого перерізу (прямокутного, еліптичного, складеного з прямокутників). Розрахунок гвинтових циліндричних пружин.	5
8.1	Згинання. Побудова епюр поперечних сил і згинаючих моментів. Диференціальні залежності при згинанні, правила для побудови епюр $Ox$ , і $M_y$ . Принцип суперпозиції. Побудова епюр по площам. Врахування власної ваги. Розрахунок на міцність, концентрація напружень при згинанні.	5
8.2	Нормальні напруження при плоскому згинанні прямого стержня. Розрахунки на міцність по нормальним напруженням.	5
8.3	Дотичні напруження при згинанні. Формула Д.І. Журавського. Повний розрахунок балок на міцність. Балки змінного перерізу. Центр згинання.	5
8.4	Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Визначення переміщень інтегруванням диференціального рівняння зігнутої осі балки.	5
8.5	Визначення переміщень у балках методом початкових параметрів.	5
<b>Разом</b>		<b>90</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Виконання Розрахунково-графічних робіт по завданням з карток на теми п.6. 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 поведінку 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

Модуль 1									
Поточне тестування та самостійна робота								Підсумковий тест (залік)	Сума
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2			
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	100	100
30	20	10	20	10	10	50	50		

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

Оцінка підсумкового контролю визначається за 100-бальною шкалою (для іспитів, диференційованих заліків, курсових проєктів/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 I / 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/123456789/6403>)

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 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. – 37с. (<http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/6405>)

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.