

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»

Декан Машинобудівного факультету

Василь ГЛУШКО

«23» / 09

2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ СКЛАДНОГО ОПОРУ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 131 "Прикладна механіка"

(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) "Обладнання та технології пластичного формування
конструкцій машинобудування"

інститут, факультет: Машинобудівний факультет

мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни "Основи складного опору матеріалів і конструкцій" для студентів спеціальності 131 "Прикладна механіка", освітня програма (спеціалізація) "Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування".

12 вересня 2022 року – 11 с.

Розробник: Рягін С.Л., доцент кафедри "Механіка", канд. техн. наук, доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри "Механіка",
Протокол від 12 вересня 2022 року № 2.

Завідувач кафедри "Механіка"

12 вересня 2022 року

(підпис)

(Володимир ШЕВЧЕНКО)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією Машинобудівного факультету,

Протокол від "22" "09" 2022 року № 1

" " 2022 року

Голова

(підпис)

(Василь ГЛУШКО)

(прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми:

В.о. завідувача кафедри "Обробка металів тиском"

"21" "09" 2022 року

(підпис)

(Антон МАТЮХІН)

(прізвище та ініціали)

1 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)	За вибором	
Модулів – 2	Спеціальність: <u>131 "Прикладна механіка"</u> (код і найменування) Освітня програма, спеціалізація: "Обладнання та технології пластичного формування конструкцій машинобудування"	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		2-й	2-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання: РГР.		Семестр	
Загальна кількість годин: 120		4-й	4-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4, самостійної роботи студента – 4.13.	Освітній ступінь: <u>бакалавр</u>	Лекції	
		30 год.	6 год.
		Практичні, семінарські	
		14 год.	2 год.
		Лабораторні	
		14 год.	– год.
		Самостійна робота	
		62 год.	112 год.
		Індивідуальні завдання: – год.	
		Вид контролю: залік.	

Примітка.

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

- для денної форми навчання – 0.93,
- для заочної форми навчання – 0.07.

2. Мета навчальної дисципліни

Мета: надання студентам поглиблених теоретичних знань і практичної підготовки з інженерних методів розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість елементів машин та споруд.

Завдання: після засвоєння дисципліни студенти повинні знати та вміти застосовувати на практиці інженерні методи розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість елементів машин та споруд.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати **загальні компетентності:**

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на основі загальних технічних понять, логічних аргументів, достовірних фактів та інженерних методик;

ЗК 04. Здатність до навчання і оволодіння сучасними знаннями з високим рівнем автономності.

фахові компетентності:

ФК 01. Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі фундаментальних законів і знань з дисципліни, а також на основі відповідних математичних та експериментальних методів;

ФК 02. Здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій в експлуатаційних умовах та знаходити відповідні рішення для забезпечення заданого рівня надійності конструкцій, в тому числі і за наявності деякої невизначеності;

ФК 03. Здатність розуміти та уміло використовувати аналітичні та чисельні методи математики для вирішення задач з дисципліни, зокрема розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість в процесі статичного та динамічного навантаження з метою оцінки надійності деталей і конструкцій машин;

ФК 04. Здатність виконувати експериментальні дослідження, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати експерименту;

ФК 05. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати широке коло проблем на основі розуміння їх фундаментальних причин та використання теоретичних і експериментальних методів, засвоєних за навчальною програмою;

ФК 06. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з дисципліни.

очікувані програмні результати навчання:

РН 01. Продемонструвати знання та розуміння основ дисципліни в розділах статички та динаміки, механіки матеріалів та міцності конструкцій;

РН 02. Продемонструвати знання і розуміння розділів математики, що мають відношення до розв'язання проблем з дисципліни;

РН 03. Продемонструвати здатність виконувати розрахунки на міцність, жорсткість, стійкість та витривалість деталей машин;

РН 04. Оволодіти навичками працювати самостійно (комплексна розрахунково-графічна робота), або в групі (лабораторні роботи, включаючи навички лідерства при їх виконанні), уміння отримати результат у рамках обмеженого часу.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Позацентрове розтягання-стискання.

Позацентрове розтягання-стискання прямого бруса. Розрахунки на міцність. Ядро перерізу та його визначення.

Література: [1, §76]

Тема 2. Плоскі криві бруси.

Побудова епюр. Визначення напружень, розрахунки на міцність.

Література: [1, §23,24,99-101]

Тема 3. Метод Мора.

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

Література: [1, §79,80,82,83,85,86]

Тема 4. Канонічні рівняння методу сил.

Статично невизначувані системи при згинанні. Основні поняття та визначення. Етапи розрахунку. Канонічні рівняння методу сил.

Література: [1, §90-92]

Тема 5. Рівняння трьох моментів.

Багатопрольотні нерозрізні балки. Рівняння трьох моментів. Окремі випадки. Вплив неточного розміщення опор.

Література: [1, §93-94]

Тема 6. Стійкість.

Стійкість стиснутих стержнів. Стійка та нестійка пружна рівновага. Формула Ейлера. Вплив умов зкріплення. Формула Ясинського для розрахунків за межами пропорційності. Добір матеріалу і раціональних форм поперечних перерізів.

Література: [1, §116-121]

Тема 7. Поздовжньо-поперечне згинання.

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

Література: [1, §122]

Змістовий модуль 2.

Тема 1. Розрахунки при динамічних навантаженнях.

Динамічні навантаження. Принцип Д'Аламбера. Розрахунки на міцність при поступальному та обертальному рухах. Основні поняття механіки руйнування. Силіві критерії руйнування.

Література: [1, §36,70,145,147]

Тема 2. Розрахунки при ударних навантаженнях.

Розрахунки при ударних навантаженнях. Розрахунки при осьовому,

скручувальному та згинальному ударі. Механічні властивості матеріалів при ударі.

Література: [1, §138-141]

Тема 3. Розрахунки при пружних коливаннях.

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.

Література: [1, §123-127]

Тема 4. Втома.

Розрахунки при повторно-змінних напруженнях. Явище втомленості матеріалів. Діаграма втомленості. Границя витривалості, вплив конструктивно-технологічних факторів. Розрахунки на міцність, концентрація напружень.

Література: [1, §134-137]

Тема 5. Розрахунки за граничними станами.

Розрахунки конструкцій за граничними станами. Розрахунки при розтяганні, крученні, згинанні. Схематизація діаграм напружень. Згинання до стану пластичного шарніру. Залишкові напруження.

Література: [1, §112-115]

Тема 6. Розрахунки оболонок та циліндрів.

Розрахунок тонкостінних оболонок. Розрахунок товстостінних циліндрів. Розрахунок складених товстостінних циліндрів.

Література: [1, §102,103,108]

Тема 7. Температурні напруження.

Вільне та стиснуте деформування полоси при впливі температур. Розрахунки на міцність при механічному і температурному навантаженні. Вплив температури на механічні властивості матеріалів.

Література: [1, §84,104]

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	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
Змістовий модуль 1.												
Тема 1. Позацентрове розтягання-стискання.	12	2	2	4		4	8					8
Тема 2. Плоскі криві бруси.	8	2		2		4	8					8
Тема 3. Метод Мора.	12	2	4			6	10	1	1			8
Тема 4. Канонічні рівняння методу сил.	8	2	2			4	9	1				8
Тема 5. Рівняння трьох моментів.	6	2				4	8					8
Тема 6. Стійкість.	8	2		2		4	9	1				8
Тема 7. Поздовжньо-поперечне згинання.	6	2				4	8					8
Разом за змістовим модулем 3	60	14	8	8	–	30	60	3	1	–	–	56
Змістовий модуль 2.												
Тема 1. Розрахунки при динамічних навантаженнях.	8	2	2			4	10	1	1			8
Тема 2. Розрахунки при ударних навантаженнях.	8	2		2		4	8					8
Тема 3. Розрахунки при пружних коливаннях.	12	2	2	4		4	9	1				8
Тема 4. Втома.	10	4				6	9	1				8
Тема 5. Розрахунки за граничними станами.	8	2				6	8					8
Тема 6. Розрахунки оболонок та циліндрів.	6	2				4	8					8
Тема 7. Температурні напруження.	8	2	2			4	8					8
Разом за змістовим модулем 4	60	16	6	6		32	60	3	1	–	–	56
ІНДЗ		–	–	–	–			–	–	–	–	
Усього годин	120	30	14	14	–	62	120	6	2	–	–	112

5. Теми семінарських занять

Семінарських занять у дисципліні не передбачено.

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунки на міцність при позацентровому стисканні	2
2	Визначення переміщень методом Мора	2
3	Обчислення інтегралів Мора способом Верещагіна	2
4	Розкриття статичної невизначуваності при згинанні	2
5	Розрахунки на міцність з урахуванням сил інерції	2
6	Розрахунки на міцність при пружних коливаннях.	2
7	Розрахунки на міцність при температурних впливах	2
	Разом:	14

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Визначення переміщень при неплоскому згинанні	2
2	Кручення із згинанням тонкостінної труби	2
3	Визначення напружень у кривому брусі	2
4	Випробування на стійкість	2
5	Визначення коефіцієнта динамічності при ударі	2
6	Вивчення явища резонансу	4
	Разом:	14

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Позацентрове розтягання-стискання	4
2	Плоскі криві бруси	4
3	Метод Мора	6
4	Канонічні рівняння методу сил	4
5	Рівняння трьох моментів	4
6	Стійкість	4
7	Поздовжньо-поперечне згинання	4
8	Розрахунки при динамічних навантаженнях	4
9	Розрахунки при ударних навантаженнях	4
10	Розрахунки при пружних коливаннях	4
11	Втома	6
12	Розрахунки за граничними станами	6
13	Розрахунки оболонок та циліндрів	4
14	Температурні напруження	4
	Разом:	62

9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічні роботи:

1. Розрахунки на міцність при позацентровому стисканні.
2. Розрахунки на міцність при неплоському згинанні.
3. Розрахунки на міцність при згинанні з крученням.
4. Розрахунки на міцність статично невизначуваної балки.
5. Розрахунки на міцність плоских статично невизначуваних рам.
6. Розрахунки на стійкість.
7. Розрахунки на міцність з урахуванням сил інерції.
8. Розрахунки на міцність при ударі.
9. Розрахунки на міцність при пружних коливаннях.

10. Методи навчання

Вивчення дисципліни передбачає наступні методи навчання: проведення лекційних, лабораторних, практичних занять, консультацій, різних видів контрольних заходів, а також організацію самостійної роботи студентів, зокрема, виконання індивідуальних завдань (розрахунково-графічних робіт – РГР). При застосуванні будь-яких з цих методів навчання можливе використання комп'ютерної техніки.

При проведенні навчання можливо використання численних дидактичних прийомів: мотивація, заохочення, змагання, розповідь, пояснення, співбесіда, ілюстрація, порівняння, дослідження, тощо.

11. Очікувані результати навчання з дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: поглиблені інженерні методи розрахунків на міцність, жорсткість та стійкість елементів машин та споруд;

вміти: застосовувати ці методи на практиці у галузі машинобудування та матеріалообробки.

12. Засоби оцінювання

Проміжною формою контролю є модульний контроль, кінцевою – залік. Результати поточного контролю є важливими критеріями оцінювання.

Поточний контроль здійснюється шляхом перевірки та захисту індивідуальних завдань, проведення контрольних робіт, захисту лабораторних робіт, захисту тем, письмових модульних контролей, тощо. Також можуть враховуватись результати, отримані у комп'ютерній системі кафедри "Механіка" для самостійної роботи студентів з дисципліни. Крім того, на оцінку можуть впливати активність на заняттях, регулярність їх відвідування, участь у додатковій роботі: підготовка на кафедрі "Механіка" студентської наукової роботи до участі в конкурсі, робота у постійно діючих студентських наукових гуртках кафедри "Механіка".

13. Критерії оцінювання

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.

Розподіл рейтингових оцінок першого модульного контролю

№	Види робіт	Кількість	Оцінка	Рейтинг, %	Найбільший рейтинг, %
1	Розрахунково-графічні роботи	3	здано	5	3·5=15
			не здано	2	
			не перевірено	0	
2	Лабораторні роботи (що захищаються у комп'ютерному класі)	3	5 балів	5	3·5=15
			4 бала	4	
			3 бала	3	
3	Контрольні роботи	1	5 балів	13	1·13=13
			4 бала	10	
4	Захист тем (2 теми по 5 завдань)	2	5 балів	15	2·15=30
			4 бала	13	
			3 бала	10	
5	Письмовий модульний контроль (6 питань)	1	всі відповіді вірні	27	1·27=27
				Всього:	100

Розподіл рейтингових оцінок другого модульного контролю

№	Види робіт	Кількість	Оцінка	Рейтинг, %	Найбільший рейтинг, %
1	Розрахунково-графічні роботи	3	здано	6	3·6=18
			не здано	3	
			не перевірено	0	
2	Лабораторні роботи (що захищаються у комп'ютерному класі)	2	5 балів	6	2·6=12
			4 бала	4	
			3 бала	3	
3	Контрольні роботи	1	5 балів	14	1·14=14
			4 бала	11	
4	Захист тем (2 теми по 5 завдань)	2	5 балів	16	2·16=32
			4 бала	14	
			3 бала	11	
5	Письмовий модульний контроль (6 питань)	1	всі відповіді вірні	24	1·24=24
				Всього:	100

Примітки: За активність на заняттях рейтинг може бути збільшений на величину до 15%.

14. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічних робіт з курсу "Опір матеріалів" для студентів галузі знань "Механічна інженерія" денної форми навчання. IV семестр / В.Г.Шевченко, С.Л.Рягін, О.Г.Попович та інш. – Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. – 40 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Опір матеріалів" для студентів галузі знань "Механічна інженерія" денної форми навчання. IV семестр / В.Г.Шевченко, С.Л.Рягін, О.Г.Попович та інш. – Запоріжжя: НУ "Запорізька політехніка", 2019. – 27с.

15. Рекомендована література

Базова

1. Писаренко, Г.С. Опір матеріалів: Підручник / Г.С.Писаренко та інш. – К.: Вища школа, 1993. – 655 с.

2. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С.Писаренко та інш. – К.: Наукова думка, 1988. – 736 с.

3. Сопротивление материалов. Лабораторные работы / И.А.Цурпал, Н.П. Барабан, В.М.Швайко – К.: Вища школа, 1978. – 192 с.

4. Писаренко, Г.С. Сопротивление материалов. Лабораторный практикум / Г.С.Писаренко, Б.М.Ружицкий. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 92 с.

Допоміжна

1. Абрамов, В.В. Напряжения и деформации при термической обработке стали / В.В.Абрамов. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 133 с.

2. Абрамов, В.В. Методы последовательных приближений в сопротивлении материалов: Учебное пособие / В.В.Абрамов. – К.: КПИ, 1980. – 87 с.

3. Королев, П.Г. Сопротивление материалов. Справочник по расчетно-проектировочным работам / П.Г.Королев. – К.: Вища школа, 1974. – 288 с.

16. Інформаційні ресурси

1. Комп'ютерна система кафедри "Механіка" для самостійної роботи студентів з дисципліни.

2. Елементи Internet-сторінки кафедри "Механіка".

3. Лабораторне обладнання, плакати, стенди, макети.