

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового інституту
інноватики, природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ
"31" _____ 2023 р.

Директор навчально-наукового інституту
новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ
"31" _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ
_____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

**з дисципліни "Інженерна механіка"
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 27 Транспорт
спеціальність – 274 Автомобільний транспорт
освітньо-професійні програми – «Автомобільний транспорт»**

кафедра транспорту і логістики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	ІРС, год.	Тренінг, КПЗ год.	Самостійна робота студ., год.	Разом, год.	Залік (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	II	3,4	70	70	8	20	132	300	3	4
Заочна	II	3,4	16	8	-	-	276	300	4	4

Тернопіль – ЗУНУ
2023

11.01.2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 27 Транспорт, спеціальності: 274 Автомобільний транспорт, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол № 9 від 15 червня 2022 р.).

Робочу програму склав доцент кафедри транспорту і логістики, к.т.н., доцент Олена ЗАХАРЧУК.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри транспорту і логістики, протокол № 1 від 28.08.2023 р.

Зав. кафедри
д-р техн. наук, професор



Павло ПОПОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 274 Автомобільний транспорт № 1 від 30.08.2023 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності
к. техн. наук, доцент



Руслан РОЗУМ

Гарант ОПП
к. техн. наук, доцент



Микола БУРЯК

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА”**

**Опис дисципліни
“ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА”**

Дисципліна “Інженерна механіка”	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS –10	Галузь знань – 27 Транспорт	Статус дисципліни обов’язкова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 7	Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт	Рік підготовки: <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i> Семестр: <i>Денна – 3,4</i> <i>Заочна – 3,4</i>
Кількість змістових модулів – 4	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 70 год.</i> <i>Заочна – 16 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 42 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – - год</i>
Загальна кількість годин – 300		Самостійна робота: <i>Денна – 132 год.</i> <i>Заочна – 276 год.</i> Індивідуальна робота <i>Денна – 8 год.</i> <i>Заочна – - год.</i> Тренінг, КПЗ <i>Денна – 20 год.</i> <i>Заочна – - год.</i>
Тижневих годин - 10 З них аудиторних - 5		Вид підсумкового контролю – залік, екзамен

2. Мета і завдання дисципліни “ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА”

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни вивчити методи визначення закономірностей руху механічних систем та сил діючих на них, та способи приведення системи сил до простішого виду.

2.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення дисципліни “Інженерна механіка” є підготовка майбутніх фахівців до самостійного вирішення професійних задач в галузі та автомобільного транспорту, зокрема опанування ними комплексу знань, умінь і навичок про методи розрахунку машин і механізмів на міцність, стійкість і жорсткість при силових, температурних та інших впливах, а також вміння практичного застосування отриманих знань при проектуванні інженерних конструкцій.

Метою проведення лекційних занять є вивчення студентами основних законів, теорем, принципів механіки.

Лекційний курс передбачає:

– викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни основних загальнотеоретичних положень, необхідних для вивчення методів та методик розрахунку на міцність, жорсткість і стійкість елементів машин, споруд, конструкцій;

– сформувати у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу “Інженерна механіка”.

Мета проведення практичних занять полягає у тому, щоб студенти розкрили свій потенціал логічного мислення.

Завдання проведення практичних занять:

– навчитися складати динамічні схеми та диференціальні рівняння руху;
– вивчення теоретичних основ та практичних методів розрахунків елементів конструкцій та машин на міцність, жорсткість та стійкість при простих та складних видах деформацій (розтягу, стиску, крученні, згині).

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

Відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 27 Транспорт за спеціальністю 274 Автомобільний вивчення дисципліна «Інженерна механіка» сприяє формуванню загальних та фахових компетентностей:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ФК3. Здатність проведення вимірювального експерименту і обробки його результатів.

ФК4. Здатність розробляти технологічні процеси, технологічне устаткування та оснащення, засоби автоматизації та механізації у процесі експлуатації, при ремонті та обслуговуванні об’єктів автомобільного транспорту, їх систем та елементів.

ФК 14. Здатність брати активну участь у дослідженнях та експериментах, аналізувати, інтерпретувати і моделювати окремі явища і процеси у сфері автомобільного транспорту.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних і ґрунтовних знань з дисциплін вища Математика, Інформаційно-комунікаційні технології, Фізика, Вступ до фаху, Транспортні засоби.

2.5. Результати навчання:

РН1. Мати концептуальні наукові та практичні знання, необхідні для розв'язання спеціалізованих складних задач автомобільного транспорту, критично осмислювати відповідні теорії, принципи, методи і поняття.

РН4. Відшукувати необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах; аналізувати та оцінювати цю інформацію.

3. Програма навчальної дисципліни:

Змістовий модуль 1. Предмет інженерної механіки. Статика.

Тема 1. Вступ. Предмет інженерної механіки, її завдання і місце у підготовці фахівців. Основні поняття і визначення статички.

Аксиоми, теореми та їх наслідки. Сила як міра механічної взаємодії тіл.

Тема 2. Зв'язки і реакції зв'язків.

Приклади. Сили протидії. Ідеально гладенька площина або поверхня. Гнучкі зв'язки. Жорсткі стержні. Способи визначення невідомих реакцій для плоскої системи сил.

Тема 3. Пара сил. Момент сили

Пара сил. Момент сили. Момент пари сил. Момент сили відносно точки. Момент сили відносно осі. Плоска система довільно розташованих сил

Тема 4. Короткі відомості про важелі.

Поняття про балки, опори і реакції опор балок. Модуль сили.

Тема 5. Методика розв'язання задач на рівновагу системи тіл.

Теорема про рівнодійну системи збіжних сил. Головний вектор системи сил. Головний момент системи сил. Пара сил. Момент сили. Теорема про зведення довільної системи сил. Система збіжних сил. Умови рівноваги системи збіжних сил. Довільна просторова система сил. Плоска система сил. Балкові системи. Просторова збіжна система сил. Умови рівноваги тіла під дією просторової системи сил.

Тема 6. Центр ваги. Основні відомості про тертя.

Властивості центра ваги. Приклади визначення центра ваги для круга, півкруга, прямокутника і різних трикутників. Приклад позначення координат центра ваги складної пластини. Сила тертя. Функції тертя. Тертя ковзання. Рівновага тіла на похилій площині. Приклад рішення задачі з урахуванням сил тертя. Тертя кочення. Коефіцієнт тертя кочення

Змістовий модуль 2. Кінематика. Динаміка.

Тема 7. Головні поняття. Кінематика точки, поступальний рух тіла.

Механічний рух. Система відліку. Основна задача кінематики. Траєкторія точки. Векторний спосіб. Координатний спосіб. Натуральний спосіб.

Тема 8. Обертальний рух твердого тіла.

Радіус обертання точки. Кутова швидкість. Кутове прискорення. Головні поняття. Кінематика точки, поступальний рух тіла. Механічний рух. Система відліку. Основна задача кінематики. Траєкторія точки. Векторний спосіб. Координатний спосіб. Натуральний спосіб. Рівнозмінне обертання тіла. Передача обертального руху.

Тема 9. Плоский рух твердого тіла.

Прискорення довільної точки твердого тіла. Теорема про траєкторії, швидкості й прискорення точок твердого тіла при поступальному русі. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Теорема про проекції швидкостей двох точок плоскої фігури.

Тема 10. Складний рух точки.

Відносний рух. Переносний рух. Абсолютний рух. Абсолютне прискорення. Модуль прискорення Коріоліса.

Тема 11. Динаміка матеріальної точки.

Предмет динаміки. Матеріальна точка. Вільна та невільна матеріальна точка. Інерційна система відліку. Перший закон інерції. Основний закон динаміки. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Дві задачі динаміки матеріальної точки.

Тема 12. Прямолінійні коливання матеріальної точки .

Колівальний рух матеріальної точки. Відновлююча сила. Сила опору. Сила збурення. Вільні коливання. Частота коливань. Згасаючі коливання. Вимушені коливання матеріальної точки. Коефіцієнт динамічності. Явище резонансу. Амплітуда.

Тема 13. Динаміка відносного руху точки .

Динаміка механічної системи і твердого тіла.

Основне рівняння динаміки. Теорема Коріоліса. Диференціальне рівняння відносного руху матеріальної точки. Галілеєві системи. диференціальне рівняння відносного руху матеріальної точки. Диференціальні рівняння руху системи матеріальних точок.

Тема 14. Загальні теореми динаміки системи матеріальних точок.

Системи матеріальних точок. Зовнішні та внутрішні сили взаємодії. Диференціальні рівняння руху системи n матеріальних точок. Загальні теореми динаміки. Центр мас. Момент інерції тіл. Кількість руху та імпульс сили. Теорема про зміну кількості руху. Теорема Ейлера. Теорема про зміну головного моменту кількості руху. Теорема про зміну кінетичної енергії

Кінетична енергія матеріальної точки і механічної системи. Елементарна і повна робота сили. Теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки та механічної системи.

Змістовий модуль 3. Основи теорії напруженого і деформованого стану. Розтяг і стиск.

Тема 15. Основні поняття опору матеріалів.

Коротка історична довідка. Основні поняття опору матеріалів. Основні гіпотези опору матеріалів. Класифікація тіл, що приймається в опорі матеріалів. Поняття про деформації. Сили та їх класифікація. Умови рівноваги. Напруження.

Тема 16. Механічні характеристики конструкційних матеріалів

Діаграма розтягу для пластичних матеріалів. Діаграма напружень. Реальна діаграма напружень. Діаграма розтягу для крихких матеріалів. Діаграми стиску для пластичних і крихких матеріалів. Твердість. Порівнювальні характеристики пластичних та крихких матеріалів. Основні положення для вибору коефіцієнта запасу міцності та допустимих напружень. Загальні положення. Допустимі напруження на розтяг і стиск для різних матеріалів

Тема 17. Розтяг – стиск

Внутрішні сили та напруження при розтягу-стиску. Деформації при розтягу-стиску. Коефіцієнт Пуассона.

Тема 18. Розв'язування задач на тему “ Розрахунок стержневих систем, які працюють на розтягання і стискання”

Статично визначені та статично невизначені системи, що працюють на розтяг-стиск. Статично визначені системи. Статично невизначені системи. Температурні та монтажні напруження. Температурні напруження. Монтажні напруження.

Розрахунок стержневих систем, які працюють на розтягання і стискання

Тема 19. Складний напружений стан

Лінійний напружений стан. Напруження на площадках, розташованих під кутом до осі стержня. Плоский напружений стан. Пряма задача (аналітичні виведення). Круги Мора (пряма задача). Круги Мора (обернена задача). Обернена задача (аналітичні виведення). Октаедричні напруження. Об'ємний напружений стан. Узагальнений закон Гука. Об'ємна деформація.

Тема 20. Складний напружений стан. Питома потенціальна енергія зміни форми. Теорії міцності.

Питома потенціальна енергія зміни форми. Теорії міцності. Поняття про нові сучасні теорії міцності. Теорія Ягна. Теорія Писаренка і Лебедева. Діаграми механічного стану (критерії Я.В.Фрідмана).

Тема 21. Геометричні характеристики плоских перерізів

Класифікація геометричних характеристик перерізів. Площа. Статичний момент площі відносно осі. Моменти інерції площ. Моменти опору. Радіус інерції. Перетворення моментів інерції. Перетворення моментів інерції при паралельному перенесенні осей. Перетворення моментів інерції при повороті осей. Головні осі інерції. Головні моменти інерції. Еліпс інерції. Обчислення моментів інерції та опору для деяких характерних перерізів. Прямокутник. Трикутник. Круг. Кільце. Визначення моментів інерції, опору та інших геометричних характеристик для прокатних профілів (двотаври, швелери, кутники тощо).

Тема 22. Чистий зсув. Кручення

Чистий зсув, напруження, умова міцності Приклад розрахунку на міцність заклепкового з'єднання. Деформації, закон Гука при зсуві, модуль пружності II роду. Кручення. Внутрішні силові фактори при крученні. Напруження. Критерій міцності. Деформації при крученні. Закон Гука. Умова жорсткості. Приклад розрахунку вала на міцність і жорсткість. Напруження при крученні у перерізах, нахилених до осі вала. Потенціальна енергія при крученні. Визначення граничної вантажопідйомності стержня, який скручується. Напруження і деформації в циліндричних гвинтових пружинах з малим кроком. Внутрішні силові фактори та напруження в пружинах. Деформації в пружині. Розрахунок пружин по енергії, що повинна поглинатися. Кручення тонкостінних стержнів.

Тема 23. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на зсув і кручення”.

Розрахунок стержневих систем, які працюють на зсув і кручення

Змістовий модуль 4. Загальні теореми про пружні системи. Загальні методи визначення переміщень.

Тема 24. Згин.

Типи опор балок. Внутрішні силові фактори при згині. Диференціальні залежності між силовими факторами при згині. Побудова епюр перерізуючих сил Q і згинаючих моментів M . Правила контролю та рекомендації при побудові епюр Q і M . Приклад побудови епюр перерізуючих сил Q і згинаючих моментів M . Нормальні напруження при згині. Умова міцності при згині за нормальними напруженнями. Дотичні напруження при згині. Формула Журавського. Умова міцності при згині за дотичними напруженнями. Повна перевірка балки на міцність. Згин тонкостінних стержнів.

Тема 25. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на згин”.

Розрахунок стержневих систем, які працюють на згин

Тема 26. Деформації та переміщення при згині.

Деформації та переміщення, що розглядаються при згині. Аналітичні методи визначення деформацій та переміщень при згині. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки. Приклади інтегрування наближеного рівняння зігнутої осі балки. Метод прирівнювання постійних інтегрування. Метод початкових параметрів. Приклад визначення переміщень.

Тема 27. Складний опір

Косий згин. Визначення напружень при косому згині. Умова міцності. Визначення переміщень при косому згині. Сумісна дія згину та розтягу (або стиску).

Тема 28. Позацентровий стиск (розтяг)

Згин за умов дії поздовжніх та поперечних сил при позацентровому стиску (розтягу). Розрахунок на міцність. Ядро перерізу.

Тема 29. Сумісна дія згину та кручення.

Застосування теорій міцності для оцінювання напруженого стану при сумісній дії згину та кручення. Приклад сумісної дії згину та кручення

Тема 30. Розрахунок статично невизначених систем, що працюють на згин.

Основи методу сил. Канонічні рівняння методу сил. Приклад розкриття статичної невизначеності.

Тема 31. Стійкість. Поздовжній стиск стержнів

Поняття про стійкість стиснутих стержнів. Формула Ейлера для критичної сили. Вплив способу закріплення кінців стержня. Критичні напруження. Межі застосування формули Ейлера і побудова повного графіка критичних напружень.

Тема 32. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стиснутого стержня на стійкість”.

Перевірка стиснутих стержнів на стійкість. Приклад розрахунку стиснутого стержня на стійкість. Вибір типу перетину і матеріалу. Вибір типу перетину. Вибір матеріалу. Розрахунок стиснутого стержня на стійкість.

Тема 33. Динамічні навантаження

Врахування сил інерції та коливань. Введення. Обчислення напружень при рівноприскореному русі. Розрахунок кільця, що обертається. Обчислення напружень при коливаннях. Власні коливання. Коливання за наявності збурюючої сили. Елементарна теорія удару. Основні положення. Загальний метод обчислення напружень при ударі. Окремі випадки обчислення напружень та перевірки міцності при ударі. Випадок поздовжнього удару. Згинаючий удар. Удар, що скручує. Напруження в стержнях змінного перерізу при ударі. Практичні висновки з отриманих результатів. Механічні властивості матеріалів при ударі

Тема 34. Розв'язування задач на тему “Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі”.

Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі.

Тема 35. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень

Явище «втомленості» матеріалів. Методи визначення межі витривалості. Діаграми втомленості. Діаграми граничних напружень. Вплив конструктивно-технологічних факторів на межу витривалості. Вплив концентрації напружень. Вплив розмірів (масштабний фактор). Вплив стану поверхні. Вплив пауз. Вплив перевантажень. Вплив тренувань. Вплив температури. Розрахунок на міцність при повторно-змінних напруженнях.

4. Структура залікового кредиту з дисципліни “ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА”

(денна форма навчання)

	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Предмет інженерної механіки. Статика.						
Тема 1. Вступ. Предмет інженерної механіки, її завдання і місце у підготовці фахівців. Основні поняття і визначення статички.	2	2	4	-	5	Поточне опитування, тестування
Тема 2. Зв'язки і реакції зв'язків.	2	2	4	-		
Тема 3. Пара сил. Момент сили	2	2	5	1		
Тема 4. Короткі відомості про важелі. Поняття про балки, опори і реакції опор балок. Модуль сили.	2	2	4	-		
Тема 5. Методика розв'язання задач на рівновагу системи тіл.	2	2	4			
Тема 6. Центр ваги. Основні відомості про тертя.	2	2	4			
Змістовий модуль 2. Кінематика. Динаміка.						
Тема 7. Головні поняття. Кінематика точки, поступальний рух тіла.	2	2	4	-	5	Поточне опитування, тестування
Тема 8. Обертальний рух твердого тіла.	2	2	4	-		
Тема 9. Плоский рух твердого тіла.	2	2	4	1		
Тема 10. Складний рух точки.	2	2	4	1		
Тема 11. Динаміка матеріальної точки.	2	2	4	1		
Тема 12. Прямолінійні коливання матеріальної точки .	2	2	4	-		
Тема 13. Динаміка механічної системи і твердого тіла.	2	2	4	-		
Тема 14. Загальні теореми динаміки системи матеріальних точок.	2	2	5			
Змістовий модуль 3. Основи теорії напруженого і деформованого стану. Розтяг і стиск.						
Тема 15. Основні поняття опору матеріалів.	2	2	4	-	5	Поточне опитування,

Тема 16. Механічні характеристики конструкційних матеріалів	2	2	4	-		тестування		
Тема 17. Розтяг – стиск	2	2	4	1				
Тема 18. Розв'язування задач на тему: “Розрахунок стержневих систем, які працюють на розтягання і стискання.”	2	2	4	-				
Тема 19. Складний напружений стан	2	2	4					
Тема 20. Розв'язування задач на тему “Складний напружений стан”	2	2	4					
Тема 21. Геометричні характеристики плоских перерізів	2	2	4					
Тема 22. Чистий зсув. Кручення	2	2	4					
Тема 23. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на зсув і кручення”.	2	2	4					
Змістовий модуль 4. Загальні теореми про пружні системи. Загальні методи визначення переміщень.								
Тема 24. Згин.	2	2	4	-	5	Поточне опитування, тестування		
Тема 25. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на згин”.	2	2	4	-				
Тема 26. Деформації та переміщення при згині.	2	2	4	1				
Тема 27. Складний опір	2	2	4	1				
Тема 28. Позацентровий стиск (розтяг).	2	2	4					
Тема 29. Сумісна дія згину та кручення.	2	2	4					
Тема 30. Розрахунок статично невизначених систем, що працюють на згин.	2	2	4	1				
Тема 31. Стійкість. Поздовжній стиск стержнів. Розв'язування задач Визначення напружень при косому згині. Визначення переміщень при косому згині.	2	2	4	-				
Тема 32. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стиснутого стержня на стійкість.”	2	2	4	-				
Тема 33. Динамічні навантаження.	2	2	4	-				
Тема 34. Розв'язування задач на тему “Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі.	2	2	4	-				
Тема 35. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.	2	2	4	-				
Разом 300	70	70	132	8			20	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин					
	Лекції	Прак-тичні заняття	Самостій-на робота	Індиві-дуальна робота	Тренінг, КПІЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Предмет інженерної механіки. Статика.						
Тема 1. Вступ. Предмет інженерної механіки, її завдання і місце у підготовці фахівців. Основні поняття і визначення статика.	0,5	0,2	8	-		
Тема 2. Зв'язки і реакції зв'язків.	0,4	0,2	8	-		
Тема 3. Пара сил. Момент сили	0,5	0,25	8	-		
Тема 4. Короткі відомості про важелі. Поняття про балки, опори і реакції опор балок. Модуль сили.	0,5	0,25	8	-	-	-
Тема 5. Методика розв'язання задач на рівновагу системи тіл.	0,4	0,2	8	-		
Тема 6. Центр ваги. Основні відомості про тертя.	0,5	0,25	8	-		
Змістовий модуль 2. Кінематика. Динаміка.						
Тема 7. Головні поняття. Кінематика точки, поступальний рух тіла.	0,5	0,2	8			
Тема 8. Обертальний рух твердого тіла.	0,4	0,2	8			
Тема 9. Плоский рух твердого тіла.	0,5	0,2	8			
Тема 10. Складний рух точки.	0,5	0,2	8			
Тема 11. Динаміка матеріальної точки.	0,5	0,2	8		-	-
Тема 12. Прямолінійні коливання матеріальної точки .	0,5	0,2	8			
Тема 13. Динаміка механічної системи і твердого тіла.	0,5	0,2	8			
Тема 14. Загальні теореми динаміки системи матеріальних точок.	0,5	0,25	8			
Змістовий модуль 3. Основи теорії напруженого і деформованого стану. Розтяг і стиск.						
Тема 15. Основні поняття опору матеріалів.	0,4	0,2	8	-		
Тема 16. Механічні характеристики конструкційних матеріалів	0,5	0,2	8	-		
Тема 17. Розтяг – стиск	0,5	0,25	8			
Тема 18. Розв'язування задач на тему: “Розрахунок стержневих систем, які працюють на розтягання і стискання.”	0,5	0,2	8			
Тема 19. Складний напружений стан	0,4	0,25	8		-	-
Тема 20. Розв'язування задач на тему “Складний напружений стан”	0,5	0,2	8			
Тема 21. Геометричні характеристики плоских перерізів	0,4	0,25	8			
Тема 22. Чистий зсув. Кручення	0,5	0,25	8			
Тема 23. Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на зсув і кручення”.	0,5	0,25	8			

Змістовий модуль 4. Загальні теореми про пружні системи. Загальні методи визначення переміщень.				
Тема 24. Згин.	0,4	0,25	8	
Тема 25. Розв'язування задач на тему "Розрахунок стержневих систем, які працюють на згин".	0,4	0,25	8	
Тема 26. Деформації та переміщення при згині.	0,4	0,25	8	
Тема 27. Складний опір	0,4	0,25	8	
Тема 28. Позацентричний стиск (розтяг).	0,4	0,25	8	
Тема 29. Сумісна дія згину та кручення.	0,5	0,25	8	
Тема 30. Розрахунок статично невизначених систем, що працюють на згин.	0,5	0,25	8	
Тема 31. Стійкість. Поздовжній стиск стержнів. Розв'язування задач визначення напружень при косому згині. Визначення переміщень при косому згині.	0,4	0,25	8	
Тема 32. Розв'язування задач на тему "Розрахунок стиснутого стержня на стійкість."	0,4	0,25	8	
Тема 33. Динамічні навантаження.	0,5	0,25	8	
Тема 34. Розв'язування задач на тему "Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі."	0,5	0,25	8	
Тема 35. Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.	0,4	0,2	4	
Разом 300	16	8	276	-

5. Тематика лабораторних занять

Лабораторне заняття 1.

Тема: Вступ. Предмет інженерної механіки, її завдання і місце у підготовці фахівців. Основні поняття і визначення статички. Аксиоми, теореми та їх наслідки.

Мета: розв'язування задач на визначення реакції стрижнів аналітичним і графічним методами.

Питання для обговорення:

1. Які питання розглядаються в теоретичній механіці?
2. Основні поняття та означення статички.
3. Сформулювати аксиоми статички.
4. Що таке зрівноважувальна сила і чим вона відрізняється від рівнодійної?

Лабораторне заняття 2.

Тема: Зв'язки і реакції зв'язків.

Мета: Розв'язування задач на рівновагу складеної конструкції під дією довільної плоскої системи сил.

Питання для обговорення:

1. Способи визначення невідомих реакцій для плоскої системи сил
2. Види в'язей

Лабораторне заняття 3.

Тема: Пара сил. Момент сили.

Мета: Розв'язування задач на знаходження моменту сили відносно точки.

Питання для обговорення:

1. Момент сили.
2. Момент пари сил.
3. Момент сили відносно точки.
4. Момент сили відносно осі.

Лабораторне заняття 4.

Тема: Короткі відомості про важелі. Поняття про балки, опори і реакції опор балок. Модуль сили.

Мета: Розв'язування задач на знаходження опорних реакцій балки.

Питання для обговорення:

1. Рівномірно розподілена навантаження.
2. Зосереджене навантаження.
3. Момент сили відносно точки.

Лабораторне заняття 5.

Тема: Методика розв'язання задач на рівновагу системи тіл.

Мета: розв'язування задач на визначення реакції опор складеної конструкції та тиск у шарнірі.

Питання для обговорення:

1. Умови рівноваги тіла під дією просторової системи сил.
2. Теорема про зведення довільної системи сил.

Лабораторне заняття 6.

Тема: Центр ваги. Основні відомості про тертя.

Мета: розв'язування задач на рівновагу при дії тертя і знаходження центру ваги.

Питання для обговорення:

1. Властивості центра ваги.
2. Сила тертя.
3. Функції тертя.
4. Рівновага тіла на похилій площині.

Змістовий модуль 2. Кінематика. Динаміка.

Лабораторне заняття 7.

Тема: Головні поняття. Кінематика точки, поступальний рух тіла.

Мета: Розв'язування задач на знаходження траєкторії руху точки.

Питання для обговорення:

1. Механічний рух.
2. Система відліку.
3. Основна задача кінематики.

Лабораторне заняття 8.

Тема: Обертальний рух твердого тіла.

Мета: Розв'язування задач на знаходження кутової швидкості та кутового прискорення тіла.

Питання для обговорення:

1. Кутова швидкість.
2. Кутове прискорення.
3. Рівнозмінне обертання тіла.

Лабораторне заняття 9.

Тема: Плоский рух твердого тіла.

Мета: Вивчити принципи плоского руху твердого тіла. Розв'язування індивідуальних завдань.

Питання для обговорення:

1. Прискорення довільної точки твердого тіла.
2. Плоскопаралельний рух твердого тіла.
3. Теорема про проекції швидкостей двох точок плоскої фігури.

Лабораторне заняття 10.

Тема: Складний рух точки.

Мета: Розв'язування задач на визначення абсолютної швидкості та абсолютного прискорення точки.

Питання для обговорення:

1. Відносний рух.
2. Переносний рух.
3. Абсолютний рух.
4. Абсолютне прискорення

Лабораторне заняття 11.

Тема: Динаміка матеріальної точки.

Мета: Розв'язування задач на інтегрування диференціальних рівнянь руху точки (розв'язування основної задачі динаміки).

Питання для обговорення:

1. Предмет динаміки.
2. Матеріальна точка.
3. Вільна та невільна матеріальна точка.
4. Інерційна система відліку.
5. Перший закон інерції.
6. Основний закон динаміки.

Лабораторне заняття 12.

Тема: Прямолінійні коливання матеріальної точки.

Мета: Розв'язування задач на дослідження коливального руху матеріальної точки.

Питання для обговорення:

1. Частота коливань.
2. Згасаючі коливання.
3. Вимушені коливання матеріальної точки.
4. Коефіцієнт динамічності. Явище резонансу.
5. Амплітуда.

Лабораторне заняття 13.

Тема: Динаміка механічної системи і твердого тіла.

Мета: Розв'язання задач на застосування основного закону динаміки відносного руху точки.

Питання для обговорення:

1. Галілеєві системи.
2. Диференціальне рівняння відносного руху матеріальної точки.
3. Диференціальні рівняння руху системи матеріальних точок

Лабораторне заняття 14.

Тема: Загальні теореми динаміки системи матеріальних точок.

Мета: Розв'язання індивідуальних завдань.

Питання для обговорення:

1. Теорема про зміну кількості руху.
2. Теорема Ейлера.
3. Теорема про зміну головного моменту кількості руху.
4. Теорема про зміну кінетичної енергії

Лабораторне заняття 15.

Тема: Основні поняття опору матеріалів.

Мета: Вивчити основні поняття та гіпотези опору матеріалів.

Питання для обговорення:

1. Поняття про деформації.
2. Сили та їх класифікація.
3. Умови рівноваги.
4. Напруження.
5. Класифікація тіл, що приймається в опорі матеріалів.

Лабораторне заняття 16.

Тема: Механічні характеристики конструкційних матеріалів.

Мета: Ознайомитися з механічними характеристиками конструкційних матеріалів.

Питання для обговорення:

1. Діаграма розтягу для пластичних матеріалів.
2. Діаграма напружень.
3. Реальна діаграма напружень.
4. Діаграма розтягу для крихких матеріалів.
5. Діаграми стиску для пластичних і крихких матеріалів.

Лабораторне заняття 17.

Тема: Розтяг – стиск.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Розрахунок на міцність і визначення переміщень при розтягу і стиску”.

Питання для обговорення:

1. Внутрішні сили та напруження при розтягу-стиску.
2. Деформації при розтягу-стиску.
3. Коефіцієнт Пуассона.

Лабораторне заняття 18.

Тема: Розв'язування задач.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Розрахунок статично невизначуваної стержневої системи”.

Питання для обговорення:

1. Статично визначені системи.
2. Статично невизначені системи.
3. Температурні та монтажні напруження.
4. Температурні напруження.
5. Монтажні напруження.

Лабораторне заняття 19.

Тема: Складний напружений стан.

Мета: Ознайомитися з поняттями складного напруженого стану.

Питання для обговорення:

1. Узагальнений закон Гука.
2. Об'ємна деформація.

Лабораторне заняття 20.

Тема: Розв'язування задач на тему: “Складний напружений стан”.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Складний напружений стан”.

Питання для обговорення:

1. Круги Мора (пряма задача).
2. Круги Мора (обернена задача).
3. Оборнена задача (аналітичні виведення).

Лабораторне заняття 21.

Тема: Геометричні характеристики плоских перерізів.

Мета: Ознайомитися з класифікацією геометричних характеристик плоских перерізів. Навчитися визначати моменти інерції, опору та інших геометричних характеристик для прокатних профілів

Питання для обговорення:

1. Статичний момент площі відносно осі.
2. Моменти інерції площ.
3. Головні осі інерції. Головні моменти інерції..

Лабораторне заняття 22.

Тема: Чистий зсув. Кручення.

Мета: Навчитися розраховувати на міцність заклепкове з'єднання.

Питання для обговорення:

1. Внутрішні силові фактори при крученні.
2. Напруження.
3. Критерій міцності.
4. Деформації при крученні

Лабораторне заняття 23.

Тема: Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на зсув і кручення”.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Розрахунок вала на кручення”.

Питання для обговорення:

1. Умова міцності на кручення.
2. Напруження при крученні у перерізах, нахилених до осі вала.
3. Кручення тонкостінних стержнів

Лабораторне заняття 24.

Тема: Згин.

Мета: Навчитися будувати епюру перерізуючих сил і згинаючих моментів.

Питання для обговорення:

1. Внутрішні силові фактори при згині.
2. Диференціальні залежності між силовими факторами при згині.

Лабораторне заняття 25.

Тема: Розв'язування задач на тему “Розрахунок стержневих систем, які працюють на згин”.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів для балки на двох опорах, розрахунок на міцність”.

Питання для обговорення:

1. Формула Журавського.
2. Умова міцності при згині за дотичними напруженнями.
3. Повна перевірка балки на міцність.
4. Згин тонкостінних стержнів.

Лабораторне заняття 26.

Тема: Деформації та переміщення при згині.

Мета: Ознайомитися з аналітичними методами визначення деформацій та переміщень при згині.

Питання для обговорення:

1. Диференціальне рівняння зігнутої осі балки.
2. Приклади інтегрування наближеного рівняння зігнутої осі балки.
3. Метод прирівнювання постійних інтегрування.
4. Метод початкових параметрів..

Лабораторне заняття 27.

Тема: Складний опір.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Визначення напружень при косому згині”.

Питання для обговорення:

1. Умова міцності
2. Визначення переміщень при косому згині
3. Сумісна дія згину та розтягу (або стиску).

Лабораторне заняття 28.

Тема: Позацентричний стиск (розтяг).

Мета: Навчитися розраховувати параметри згину за умов дії поздовжніх та поперечних сил при позацентровому стиску (розтягу).

Питання для обговорення:

1. Розрахунок на міцність.
2. Ядро перерізу.

Лабораторне заняття 29.

Тема: Сумісна дія згину та кручення.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: "Розрахунок вала на згин з крученням".

Питання для обговорення:

1. Застосування теорій міцності для оцінювання напруженого стану при сумісній дії згину та кручення
2. Приклад сумісної дії згину та кручення

Лабораторне заняття 30.

Тема: Розрахунок статично невизначених систем, що працюють на згин.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: "Розрахунок статично невизначуваної рами".

Питання для обговорення:

1. Основи методу сил.
2. Канонічні рівняння методу сил.
3. Приклад розкриття статичної невизначеності.

Лабораторне заняття 31.

Тема: Стійкість. Поздовжній стиск стержнів.

Мета: Навчитися виконувати розрахунки стиснутого стержня на стійкість.

Питання для обговорення:

1. Поняття про стійкість стиснутих стержнів.
2. Формула Ейлера для критичної сили.
3. Вплив способу закріплення кінців стержня.
4. Критичні напруження.
5. Межі застосування формули Ейлера і побудова повного графіка критичних напружень.

Лабораторне заняття 32.

Тема: Розв'язування задач на тему "Розрахунок стиснутого стержня на стійкість".

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: "Розрахунок на стійкість стисненого стержня".

Питання для обговорення:

1. Перевірка стиснутих стержнів на стійкість.
2. Приклад розрахунку стиснутого стержня на стійкість.
3. Вибір типу перетину і матеріалу.
4. Вибір типу перетину.
5. Вибір матеріалу.

Лабораторне заняття 33.

Тема: Динамічні навантаження.

Мета: Навчитися визначати напруження в стержнях змінного перерізу при ударі.

Питання для обговорення:

1. Напруження в стержнях змінного перерізу при ударі.
2. Практичні висновки з отриманих результатів.
3. Механічні властивості матеріалів при ударі.

Лабораторне заняття 34.

Тема: Розв'язування задач на тему “Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі”.

Мета: Навчитися розв'язувати задачі на тему: “Визначення максимальних динамічних напружень і переміщень при ударі”.

Питання для обговорення:

1. Обчислення напружень при рівноприскореному русі.
2. Розрахунок кільця, що обертається.
3. Обчислення напружень при коливаннях.
4. Власні коливання.
5. Коливання за наявності збурюючої сили.
6. Елементарна теорія удару.

Лабораторне заняття 35.

Тема: Опір матеріалів дії повторно-змінних напружень.

Мета: Ознайомитися з явищем “втомленості” матеріалів та методами визначення межі витривалості.

Питання для обговорення:

1. Діаграми втомленості.
2. Діаграми граничних напружень.
3. Вплив конструктивно-технологічних факторів на межу витривалості.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання (КПЗ)

Індивідуальне науково-дослідне завдання з навчальної дисципліни “Інженерна механіка” виконується самостійно кожним студентом на основі вибірових даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння навичками практичного застосування отриманих знань на практиці. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп'ютерно-інформаційні технології.

7. Самостійна робота

1. Історія розвитку дисципліни.
2. Основні поняття та визначення.
3. Головний вектор та головний момент системи сил.
4. Основна теорема статички.
5. Умови рівноваги довільної системи сил.
6. Окремі випадки рівноваги твердого тіла: збіжна система сил, плоска система сил, система паралельних сил.

7. Предмет кінематики.
8. Способи задання руху точки.
9. Системи координат.
10. Поняття про похідну вектора за скалярним аргументом.
11. Швидкість точки за трьома способами задання руху точки.
12. Швидкість точки в різних системах координат
13. Складний рух твердого тіла.
14. Додавання поступальних рухів.
15. Додавання обертань навколо осей, що перетинаються.
16. Додавання обертань навколо паралельних осей.
17. Пара обертань. Метод зупинки.
18. Стиск куль
19. Стиск циліндрів
20. Загальний випадок контакту двох тіл
21. Перевірка міцності при контактних напруженнях
22. Вибір типу перетину і матеріалу
23. Вибір типу перетину
24. Розрахунок кільця, що обертається
25. Коливання за наявності збурюючої сили
26. Елементарна теорія удару. Основні положення
27. Загальний метод обчислення напружень при ударі
28. Окремі випадки обчислення напружень та перевірки міцності при ударі
29. Випадок поздовжнього удару
30. Згинаючий удар
31. Удар, що скручує
32. Напруження в стержнях змінного перерізу при ударі
33. Практичні висновки з отриманих результатів
34. Механічні властивості матеріалів при ударі
35. Методи визначення межі витривалості
36. Діаграми втомленості
37. Діаграми граничних напружень
38. Вплив конструктивно-технологічних факторів на межу витривалості
39. Вплив концентрації напружень
40. Вплив розмірів (масштабний фактор
41. Вплив стану поверхні
42. Основи механіки руйнування
43. Контактні напруження
44. Визначення контактних напружень

8. Тренінг з дисципліни

Трeнінг (англ. *training*) – це запланований процес модифікації (зміни) відношення, знання чи поведінкових навичок того, хто навчається, через набуття навчального досвіду з тим, щоб досягти ефективного виконання в одному виді діяльності або в певній галузі. Тренування (від англ. *to train* – виховувати, навчати) – комплекс вправ для тренування в чому-небудь. Тренування – система підготовки організму людини з метою пристосування його до підвищених вимог і складних умов роботи й життя.

Порядок проведення тренінгу

1. Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.
3. Практична частина реалізовується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. Підведення підсумків. Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни “Інженерна механіка” використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- розрахунково-графічні роботи;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- студентські презентації та виступи на наукових заходах;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Інженерна механіка” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3
30 %	40 %	30 %
Усне опитування під час занять (6 тем) – 10 балів за тему – макс. 60 балів; Модульна контрольна робота – макс. 40 балів	Усне опитування під час занять (8 тем) – 80 балів за тему – макс. 80 балів; Модульна контрольна робота – макс. 20 балів	Участь у тренінгах – макс. 20 балів. Підготовка КППЗ – макс. 60 балів. Захист КППЗ – макс. 20 балів.

Заліковий модуль 4	Заліковий модуль 5	Заліковий модуль 6	Заліковий модуль 7 (екзамен)
20 %	20 %	20 %	40 %
Усне опитування під час занять (9 тем) – 7 балів за тему – макс. 63 балів; Модульна контрольна робота – макс. 37 балів	Усне опитування під час занять (12 тем) – 5 балів за тему – макс. 60 балів; Модульна контрольна робота – макс. 40 балів	Участь у тренінгах – макс. 20 балів. Підготовка КПЗ – макс. 60 балів. Захист КПЗ – макс. 20 балів.	Тестові завдання (10 тестів по 2 бали) – макс 20 балів. Теоретичне питання (1) – макс 20 балів. Практичні завдання (2) – макс 60 балів.

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Електронний варіант методичних вказівок з дисципліни «Інженерна механіка»	1-35
2.	Електронний варіант лекцій	1-35
3.	Система moodle.wunu.edu.ua	1-35

Список рекомендованої літератури:

1. Дубовський І. В. Технічна механіка: Блок 1 «Теоретична механіка» Збірник опорних конспектів лекцій для всіх технічних спеціальностей / І. В. Дубовський; Запорізький електротехнічний фаховий коледж Національного університету «Запорізька політехніка», 2020. – 59 с.

2. Чупринін О. О. Технічна механіка: конспект лекцій для студентів 1–3 курсів денної і заочної форм навчання за спеціальностями 275 – Транспортні технології (за видами) та 206 – Садово-паркове господарство / О. О. Чупринін, В. О. Пушня ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 81 с.

3. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів. Підручник для студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів/ В.І. Шваб'юк Луцький національний технічний університет, Київ, в-во “Знання”2016. – 380 с.

4. Захарчук О.П. Методичні рекомендації та завдання до практичних занять, з навчальної дисципліни «Інженерна механіка. Статика. Кінематика. Динаміка» / О.П. Захарчук, П.В. Попович, Р.І. Розум, М.В. Буряк – Тернопіль, ЗУНУ, 2022. – 28 с.

5. Методичні рекомендації та завдання до практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна механіка». Частина І. Статика. для студентів галузі знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / Захарчук О.П. Тернопіль: ЗУНУ, 2022. – 42 с.

6. Методичні рекомендації та завдання до практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна механіка». Частина ІІ. Кінематика. Динаміка для студентів галузі знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / Захарчук О.П. Тернопіль: ЗУНУ, 2022.- 22 с.

7. Методичні рекомендації та завдання до практичних занять і самостійної роботи з навчальної дисципліни «Інженерна механіка». Частина ІІІ. Опір матеріалів для студентів галузі знань 27 Транспорт, спеціальності 274 Автомобільний транспорт денної та заочної форм навчання / Захарчук О.П. Тернопіль: ЗУНУ, 2022. – 112 с.

8. Захарчук О.П. Методичні рекомендації та завдання до практичних занять, з навчальної дисципліни «Інженерна механіка. Опір матеріалів» / О.П. Захарчук – Тернопіль, ЗУНУ, 2022. – 38 с.

9. Методичні рекомендації і завдання до організації самостійної роботи, підготовки до лекцій, практичних занять і контрольних робіт із навчальної дисципліни «Технічна механіка» (для студентів 1–3 курсів усіх форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. О. О. Чупринін. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 26 с.

10. Мамаєв Л. М. Збірник задач з теоретичної механіки : навч. посіб. / Л. М. Мамаєв, О. В. Нікулін, В. Ю. Солод. – Кам'янське : ДДТУ, 2018. – 247 с.

11. Філатов Г. В. Опір матеріалів в задачах і прикладах : Розрахунок статично визначуваних стержневих систем Кн. 1: Навч. посіб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2019. – 360 с.

12. Russell C. Hibbeler. Engineering Mechanics: Statics & Dynamics/ Printed in the United States of America ISBN-10: 0-13-391542-5 ISBN-13: 978-0-13-391542-6. 680 p