

**Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва**



**СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ІНЖЕНЕРНА МЕХАНІКА»**

освітньо-професійна програма «Електрична інженерія»
спеціальність 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика»
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ



Семерак Віктор Михайлович

Електронна пошта: semerakviktor@gmail.com

Телефон: +380982664664

Викладач дисципліни: Семерак Віктор Михайлович, к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва.

Доцент кафедри фізики та інженерної механіки Львівського національного університету природокористування, кандидат технічних наук, доцент. Викладач з 20-річним досвідом, автор та співавтор понад 100 наукових статей, 1 монографії, 45 навчально-методичних розробок.

Читає курси: Інженерна механіка, Прикладна механіка та основи конструювання, Теоретична механіка.

Сфера наукових інтересів: дослідження напружено-деформованого стану пружних тіл, дослідження температури та зносу у трибосистемах.

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

спеціальність 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика» перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

Освітньо-професійна програма «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика»

Кількість кредитів 4

Рік підготовки, семестр – 2 рік, 2 семестр

Компонент освітньої програми: обов'язкова

Мова викладання: українська

АНОТАЦІЯ КУРСУ

У межах зазначеного курсу здобувачі вищої освіти формують інтегральні, загальні та спеціальні (фахові) компетентності, а саме опановують знання основних методів знаходження реакцій при рівновазі тіл у статиці, визначення основних кінематичних характеристик руху точок і твердих тіл, знаходити закони руху тіл і діючі на них сили.

Програма навчальної дисципліни складається з таких розділів:

1. Статика
2. Кінематика
3. Динаміка

ТРИВАЛІСТЬ КУРСУ

4 кредитів (120 годин): 48 годин аудиторної роботи, 72 години самостійної роботи

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою викладання навчальної дисципліни “Інженерна механіка” є вивчити методи знаходження реакцій при рівновазі тіл у статиці, визначення основних кінематичних характеристик руху точок і твердих тіл, знаходити закони руху тіл.

Основними завданнями вивчення дисципліни “Інженерна механіка” є навчити студентів розв’язувати задачі із статики, кінематики і динаміки.

Вимоги до знань та умінь. Розділ статика вважається засвоєним, якщо студент вміє складати та розв’язувати рівняння рівноваги плоскої і просторової довільної системи сил.

Розділ кінематика вважається засвоєним, якщо студент вільно розв’язує задачі по визначенню траєкторії точки, швидкості та прискорення точки у простому та складному рухах, а також уміє аналізувати прості види руху твердого тіла: поступальний, обертальний і плоско-паралельний.

Розділ динаміка вважається засвоєним, якщо студент уміє:

- складати і розв’язувати рівняння динаміки точки, тіла та системи тіл;
- застосовувати теореми про зміну кількості руху, кінетичного моменту та кінетичної енергії при розв’язуванні задач;
- визначати динамічні реакції опор.

Основним завданням вивчення дисципліни є набуття студентом наступних компетентностей:

- **інтегральна** - Здатність розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі автоматизації та приладобудування, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій, методів і програмно-технічних засобів розробки, супроводу та експлуатації інтелектуальних комп’ютерних систем в АПК та інших галузях економіки країни;

- **загальних** – K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; K04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій; K05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел; K09. Здатність реалізувати свої права і обов’язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні;

- **фахових** – K11. Здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу систем автоматизації; K12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях

K14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

Програмні результати навчання. За результатами курсу студенти зможуть:

ПР01. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, функції багатьох змінних, функціональні ряди, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію функції комплексної змінної, теорію ймовірностей та математичну статистику, теорію випадкових процесів в обсязі, необхідному для користування математичним апаратом та методами у галузі автоматизації. K12. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологіях

K14. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ПР07. Вміти застосовувати знання про основні принципи та методи вимірювання фізичних величин і основних технологічних параметрів для обґрунтування вибору засобів вимірювань та оцінювання їх метрологічних характеристик.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

ПР012. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

Інформаційний обсяг навчальної дисципліни

Розділ 1. СТАТИКА

Тема 1.1. Основні поняття статички.

Тема 1.2. Аксиоми статички .

Тема 1.3. В'язі.

Тема 1.4. Плоска система збіжних сил.

Тема 1.5. Проекція сили на вісь;

Тема 1.6. Аналітичне визначення рівнодіючої плоскої системи збіжних сил (метод проекцій).

Тема 1.7. Розрахунок ферм та сполучених тіл.

Тема 1.8. Плоска система довільно розміщених сил.

Тема 1.9. Пара сил

Тема 1.10. Аналітичне визначення опорних реакцій балочних систем.

Тема 1.11. Центр ваги.

Тема 1.12. Положення центра ваги фігур.

Тема 1.13. Стійкість рівноваги.

Розділ 2. КІНЕМАТИКА

Тема 1.14. Кінематика точки.

Тема 1.15. Способи задання руху точки.

Розділ 3. ДИНАМІКА

Тема 1.16. Динаміка. Вступ до динаміки. Метод кінетостатички.

ОРГАНІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ

Основними видами навчальних аудиторних занять, під час яких здобувачі вищої освіти отримують необхідні знання, є лекції, практичні заняття та консультації.

При викладанні лекційного матеріалу передбачено поєднання таких форм і методів навчання, як лекції – бесіди і лекції-візуалізації. Лекція-бесіда забезпечує безпосередній контакт викладача з аудиторією і дозволяє привернути увагу здобувачів вищої освіти до найбільш важливих питань теми лекції, визначити у процесі діалогу особливості сприйняття навчального матеріалу здобувачами вищої освіти.

Лекція-візуалізація – візуальна форма подачі лекційного матеріалу з розгорнутим або коротким коментуванням візуальних матеріалів, що переглядають технічними засобами навчання або аудіо-відеотехніки.

Здобувачі вищої освіти на практичних заняттях працюють з друкованим *інформативним* матеріалом або з матеріалом мережі Інтернет, виконують письмові завдання (розв'язують задачі, контрольні питання або тести). Також студенти у рамках самостійної роботи виконують розрахункові роботи, захищають виконані розрахункові роботи. Поглиблене вивчення окремих питань дисципліни можливе у рамках студентського наукового гуртка. За результатами такої роботи студенти готують презентації, виступають на студентських наукових конференціях, готують публікації.

6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми
1.	Типи в'язей, їх реакції.
2.	Як знаходити проекцію сили на вісь та площину ?
3.	Як знаходити геометрично та аналітично рівнодійну збіжної системи сил?
4.	
5.	Умови рівноваги збіжної системи сил у геометричній та аналітичній формах.
6.	
7.	Як знайти рівнодійну двох паралельних сил , які діють в одному або
8.	протилежних напрямках ?
9.	Момент сили відносно точки як вектор: його модуль та напрямок.
10.	Два способи обчислення моменту сили відносно осі.
11.	Які дві форми умов рівноваги для плоскої системи паралельних сил?
12.	Закони для сил тертя ковзання, кут та конус тертя.
13.	За якими формулами визнач. координати центра ваги тіла, об'єму,
14.	площі та лінії ?
15.	Як визнач. координати центра ваги дуги кола, кругового сектора,
16.	трикутника ?

План лекційних занять з дисципліни

№ з/п	Тема, питання що вивчаються	К-сть год.
1.	Тема 1.1. Основні поняття статyki. - Абсолютно тверде тіло. Матеріальна точка. Сила як вектор, одиниці сили в системах СІ та МКГСС. - Вільне та невільне тіло. - Система сил. Еквівалентні системи сил. Рівнодійна система сил та зрівноважуюча сила. Сили зовнішні та внутрішні.	2
2.	Тема 1.2. Аксіоми статyki . - Перша аксіома статyki (закон інерції). - Друга аксіома (умова рівноваги двох сил). - Третя аксіома (принцип приєднання та відкидання зрівноваженої системи сил). Наслідок з другої та третьої аксіом - перенесення сили вздовж лінії її дії.	2

	- Четверта аксіома (правило паралелограма сил) правило трикутника сил. Розкладання сили на дві збіжні складові. - П'ята аксіома (закон дії та протидії). Шоста аксіома (принцип твердіння).	
3.	Тема 1.3. В'язі. - Реакції в'язей. - Принцип звільненості від в'язей. - Ідеальні в'язі та правила визначення їх реакцій. - Основні види балочних опор, їх реакції.	2
4.	Тема 1.4. Плоска система збіжних сил. - Система збіжних сил. Силуний багатокутник. - Геометрична умова рівноваги плоскої системи збіжних сил. - Методика розв'язання задач на рівновагу плоскої системи збіжних сил з використанням геометричної умови рівноваги.	2
5.	Тема 1.5. Проекція сили на вісь; правило знаків. Проекція сили на дві взаємно перпендикулярні осі.	2
6.	Тема 1.6. Аналітичне визначення рівнодіючої плоскої системи збіжних сил (метод проекцій). - Аналітичні умови рівноваги плоскої системи збіжних сил (рівняння рівноваги). - Методика розв'язання задач на рівновагу плоскої системи збіжних сил аналітичним способом; раціональний вибір осей координат, застосування симетрії. - Визначення графічним та аналітичним методами реакцій двох шарнірно з'єднаних стержнів з навантаженням у шарнірі.	2
7.	Тема 1.7. Розрахунок ферм та сполучених тіл.	
8.	Тема 1.8. Пара сил - Обертальна дія пари сил на тіло. Плече пари сил. - Момент пари сил, знак моменту. - Основні властивості пар сил. Додавання пар сил. - Умова рівноваги плоскої системи пар сил.	2
9.	Тема 1.9. Плоска система довільно розміщених сил. - Момент сили відносно точки, знак моменту. Умова рівності нулю. - Приведення плоскої системи сил до даного центра. - Головний вектор і головний момент плоскої системи сил. - Часткові випадки приведення системи сил. Теорема Варіньона. - Рівновага плоскої системи сил; умови рівноваги. - Рівняння рівноваги плоскої системи довільно розміщених сил (три форми). - Рівняння рівноваги плоскої системи паралельних сил (дві форми). - Методика розв'язання задач на рівновагу плоскої системи довільно розміщених сил і паралельних сил. - Раціональний вибір координатних осей, центрів моментів. Перевірка розв'язання.	2
10.	Тема 1.10. Аналітичне визначення опорних реакцій балочних систем. - Класифікація навантажень: зосереджені сили, зосереджені пари (моменти), розподілені навантаження та їх інтенсивність. - Визначення опорних реакцій балок при одночасній дії розподілених навантажень, зосереджених сил та пар сил (моментів).	2
11.	Тема 1.11. Центр ваги. - Центр паралельних сил, його властивості. - Формули для визначення координат центра паралельних сил. Сила ваги. - Центр ваги тіла, як центр паралельних сил.	2

	• Координати центра ваги однорідного тіла. • Координати центра ваги тонкої однорідної пластинки. • Статичний момент площі плоскої фігури відносно осі - визначення, • одиниця виміру, спосіб знаходження, умова рівності нулю. • Формули для визначення координат центра ваги плоских фігур за допомогою статичного моменту площі.	
12.	Тема 1.12. Положення центра ваги фігур. • Положення центрів ваги плоских геометричних фігур: прямокутника, квадрата, кола, трикутника, трапеції, половини кола, параболічного трикутника. • Сортамент стандартних профілів прокату їх центри ваги. • Визначення аналітичним способом координат центра ваги складних перерізів, що є сукупністю простих геометричних фігур та перерізів, складених із стандартних профілів прокату.	2
13.	Тема 1.13. Стійкість рівноваги. • Стійка, нестійка та байдужа форми рівноваги твердого тіла. • Умови рівноваги твердого тіла. • Умова рівноваги тіла, що має опорну площину. • Момент перекидний і момент утримуючий.	2
14.	Тема 1.14. Кінематика точки. • Кінематика найпростіших рухів твердого тіла. • Предмет кінематики. Спокій і рух, відносність цих понять. Система відліку. • Основні поняття кінематики: траєкторія, відстань, шлях, швидкість, прискорення: повне, нормальне, дотичне.	2
15.	Тема 1.15. Способи задання руху точки. • Натуральний спосіб руху точки; швидкість та прискорення точки. • Види руху точки залежно від прискорення. • Абсолютний, відносний та переносний рух точки. • Теорема про додавання швидкостей. • Плоскопаралельний рух твердого тіла.	2
16.	Тема 1.16. Динаміка. Вступ до динаміки. Метод кінетостатики. • Предмет динаміки. Основні поняття і визначення: маса, матеріальна точка, сила, постійні та змінні сили, закони динаміки. • Основне рівняння динаміки. Дві основні задачі динаміки. • Сили інерції при прямолінійному та криволінійному рухах матеріальної точки. Принцип д'Аламбера, метод кінетостатики. • Загальні теореми динаміки. • Робота і потужність.	2
	ВСЬОГО	32

ПЛАН ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Проекції сили на осі.	2
2	Рівнодійна сил.	2
3	Рівновага збіжної системи сил.	2
4	Розрахунок ферм та сполучених тіл.	2
5	Обчислення моменту сили відносно точки та осі.	2
6	Обчислення моменту пари сил.	2
7	Обчислення головного вектора та головного моменту довільної системи сил.	2

8	Рівновага довільної плоскої системи сил.	2
9	Визначення опорних реакцій балок.	2
10	Рівновага тіла під дією довільної просторової системи сил.	2
11	Рівновага тіла при наявності сил тертя.	2
12	Визначення координат центру ваги тіла.	2
13	Умови рівноваги твердого тіла.	2
14	Швидкість та прискор. точки при координат., природному та обертальному способі задання руху точки.	2
15	Швидкості та прискорення точок твердого тіла при плоскому русі.	2
16	Розв'язок першої та другої задач динаміки точки..	2
	Разом	32

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ТА ОЦІНЮВАННЯ

1. *Усне опитування (фронтальне, індивідуальне, детальний аналіз відповідей).*

2. *Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка – розв'язування задач, контрольні роботи, тести, підготовка рефератів.*

Види контролю: Поточний, проміжний та семестровий контроль

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)																Підсумк тест (екзамен)	Сума
Розділ 1														Розділ 2	Розділ 3	50 балів	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16		
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4		

Відпрацювання пропущених занять студентами здійснюється згідно «Положення про порядок відпрацювання студентами Львівського національного аграрного університету пропущених лекційних, практичних, лабораторних та семінарських занять». Студент самостійно опрацьовує та представляє конспект з пропущеної теми лекційного курсу та опрацьовує і здає практичний матеріал (контрольна задача, тести) з відповідної теми. Студент самостійно виконує розрахункові роботи згідно наведеної вище тематики [] (кількість балів за роботу першого розділу - 4, другого -5, третього - 5).

Форма підсумкового контролю успішності навчання: екзамен, залік, екзамен.

КРИТЕРІЇ ПОТОЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ

Поточне оцінювання охоплює як аудиторну так і самостійну роботу. Поточне оцінювання здійснюється у формі усного опитування, тестів, контрольних робіт з розв'язуванням задач, захисту розрахункових робіт.

Оцінювання здійснюється згідно «Положення про критерії оцінювання знань та вмінь студентів Львівського національного аграрного університету» затверджено Вченою Радою ЛНАУ (протокол № 2 від 04.10.2018р) та уведеного в дію наказом № 210 від 12.10.2018р.

<http://lnau.edu.ua/lnau/index.php/uk/navchchas/zagalpolog.html>

Питання з дисципліни, які виносять на екзамен

1. Основні поняття та визначення.
2. Аксиоми статистики.

3. В'язі та їх реакції.
4. Проекція сили на вісь та обчислення сили за її проекціями.
5. Геометричний спосіб додавання сил.
6. Умови рівноваги в геометричній формі.
7. Теорема про рівновагу трьох непаралельних сил.
8. Аналітичний спосіб додавання системи збіжних сил.
9. Умови та рівняння рівноваги системи збіжних сил.
10. Додавання паралельних сил.
11. Момент сили відносно точки.
12. Пара сил. Властивості пар, які лежать в одній площині. Додавання пар сил. Умова рівноваги пар.
13. Теорема про паралельне перенесення сили. Зведення плоскої системи до єдиного центру.
14. Теорема Пуансо. Головний вектор та головний момент системи сил.
15. Теорема Варіньона про момент рівнодійної сили. Умови та рівняння рівноваги плоскої довільної системи сил.
16. Три форми рівнянь рівноваги.
17. Визначення ферми. Знаходження зусиль в стержнях ферми.
18. Знаходження реакцій опор в складній конструкції.
19. Рівновага тіл при наявності сил тертя. Тертя ковзання, кут і конус тертя. Рівновага тіла на похилій площині.
20. Тертя кочення, плече пари тертя кочення.
21. Головний вектор і головний момент просторової системи сил. Основна теорема статички твердого тіла.
22. Умови рівноваги довільної просторової системи сил. Часткові випадки умов рівноваги
23. Природний спосіб визначення руху точки. Закон руху точки по траєкторії. Швидкість точки та її прискорення при визначенні руху природним способом; дотичне і нормальне прискорення точки.
24. Поступальний рух. Обертальний рух тіла навколо нерухомої осі. Закон руху. Кутова швидкість і кутове прискорення тіла.
25. Швидкість та прискорення точок тіла, що обертається. Швидкість точки як векторний добуток. Окремі випадки обертального руху твердого тіла.
26. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Швидкість точок плоскої фігури.
27. Миттєвий центр швидкостей.
28. Прискорення точок плоскої фігури при розкладанні її руху на поступальний разом з полюсом та обертальний навколо полюса.
29. Предмет динаміки. Основні поняття та визначення. Закони динаміки. Системи одиниць.
30. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.
31. Дві основні задачі динаміки точки. Схема розв'язування першої задачі.
32. Послідовність розв'язування другої задачі динаміки. Деякі прості застосування диференціальних рівнянь руху матеріальної точки.
33. Момент кількості руху матеріальної точки. Теорема про зміну моменту кількості руху матеріальної точки. Кінетичний момент механічної системи відносно центра і осі. Теорема про зміну кінетичного моменту системи.
34. Елементарна робота сили. Робота сили на даному шляху. Робота сили ваги. Робота сили пружності. Теорема про роботу рівнодійної сили. Потужність сили. Робота і потужність сили, прикладеної до твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Коефіцієнт корисної дії.

Рекомендована література

Базова

1. Павловський М. А. Теоретична механіка./ М. А. Павловський . – К: „Техніка” , 2004. – 512с.
2. Божидарнік В.В. Методика розв'язування і збірник задач з теоретичної механіки./ В.В.Божидарнік, Л.Д. Величко. – Луцьк: „ Надстир'я”, 2003. – 492 с.
3. Пастушенко С.І., Руденко О.Г., Іщенко В.В. Практикум з теоретичної механіки. / С.І. Пастушенко , О.Г. Руденко, В.В. Іщенко. – Вінниця: „Нова Книга”, 2006. –382 с.

Допоміжна

1. Михайловський А.В.. Методика та приклади розв'язування задач з теоретичної механіки./ А.В. Михайловський і інші. –К.: УСГА, 1961.

2. Токар А.М. Теоретична механіка. Методи статички абсолютно твердого тіла. / А.М. Токар. – К.: Логос, 1996. – 260с.
3. Ніщенко І. О. Теоретична механіка. Статика. Методичні рекомендації до розв’язування задач та завдання для самостійної роботи студентів. / І. О. Ніщенко. – ЛДАУ, 2003 р.

12. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси— [книжковий фонд](#), періодика та фонди на [електронних носіях](#) бібліотеки ЛНАУ, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет з переліком сайтів:
 - a. <http://www.twirpx.com/file/354539/>
 - b. <http://tm.kpi.ua/node/23>
 - c. http://www.studmed.ru/pavlovskiy-ma-teoretichna-mehanka-ukr_b09eb95a413.html

ПОЛІТИКА КУРСУ («ПРАВИЛА ГРИ») В АУДИТОРНИЙ ЧАС

Курс передбачає роботу в колективі. Студенти під час лекційних занять ведуть конспект з відповідної теми. Під час заняття або ж в кінці лектор ставить питання, веде діалог з аудиторією для кращого засвоєння теоретичного матеріалу. Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики. Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін. Якщо здобувач вищої освіти відсутній з поважної причини, він/вона презентує виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача. Під час роботи над індивідуальними науково-дослідними завданнями та проектами не допустимо порушення академічної доброчесності.