Міністерство освіти і науки України

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Інженерно-будівельний інститут
Кафедра теоретичної механіки

СИЛАБУС
освітнього компонента – ОК10
Навчальна дисципліна - Теоретична механіка

Освітній рівень	перший (бакалаврський)	
Програма навчання	обов'язкова	
Галузь знань	19	Архітектура та будівництво
Спеціальність	192	Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма	Будівництво та цивільна інженерія	
Обсяг дисципліни	**8 кредитів ECTS** (240 академічних годин)	
Види аудиторних занять	лекції, практичні заняття	
Індивідуальні та (або) групові завдання	5 розрахунково-графічних робіт, 4 контрольні роботи	
Форми семестрового контролю	іспит/залік	

Викладачі:
Лещенко Дмитро Давидович, д.ф.-м.н., професор, завідувач кафедри теоретичної механіки
Фомін Володимир Михайлович, д.т.н., професор кафедри теоретичної механіки
Бекшаєв Сергій Янович, старший викладач кафедри теоретичної механіки
Козаченко Тетяна Олександрівна, к.ф.-м.н., доцент кафедри теоретичної механіки
Фоміна Інна Петрівна, старший викладач кафедри теоретичної механіки
tm@ogasa.org.ua

В процесі вивчення даної дисципліни студенти **ЗНАЙОМЛЯТЬСЯ З ОСНОВНИМИ ПОНЯТТЯМИ, ЗАКОНАМИ І МЕТОДАМИ МЕХАНІКИ ТА ЗДОБУВАЮТЬ НАВИЧКИ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ І ПРИНЦИПІВ МЕХАНІКИ ПРИ СТВОРЕННІ ТА ДОСЛІДЖЕННІ МОДЕЛЕЙ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД, МЕХАНІЗМІВ, МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У БУДІВНИЦТВІ**.

Наприклад: Вміння визначати характеристики руху інженерних споруд та навантаження, що діють на їхні елементи за різних режимів експлуатації, зокрема при рівновазі, обумовлює здатність приймати обґрунтовані професійні рішення щодо раціонального проектування та безпечної експлуатації будівель, мостів, аеродромів, гребель та інших промислових споруд, а також будівельної техніки.

Передумовами для вивчення дисципліни є набуття теоретичних знань та практичних навичок за такими дисциплінами: Вища математика; Фізика.

Програмні результати навчання:

ПРН 1. Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

ПРН 2. Брати участь у дослідженнях та розробках у сфері архітектури та будівництва.

ПРН 9. Проєктувати будівельні конструкції, будівлі, споруди, інженерні мережі та технологічні процеси будівельного виробництва, з урахуванням інженерно-технічних та ресурсозберігаючих заходів, правових, соціальних, екологічних, техніко-економічних показників, наукових та етичних аспектів, і сучасних вимог нормативної документації, часових та інших обмежень, у сфері архітектури та будівництва, охорони довкілля та безпеки праці.

Диференційовані результати навчання:

знати:

- основні поняття і закони механіки;
- постановки основних задач механіки;
- методи розв'язання задач механіки;

володіти:

- навиками складання рівнянь рівноваги твердого тіла і системи твердих тіл;
- навиками дослідження задач механіки і побудови механіко-математичних моделей, що описують різноманітні механічні явища;
- навиками практичного використання методів і принципів теоретичної механіки при вирішенні задач, що пов'язані з професійною діяльністю;

вміти:

- провести аналіз змісту задачі, виконати математичну постановку та обрати метод її розв'язання;
- застосовувати основні методи дослідження рівноваги і руху механічних систем, а також типові алгоритми такого дослідження при розв'язку конкретних задач;
- будувати механічні моделі типових елементів інженерних конструкцій та технологічних процесів;
- здійснювати аналітичні дослідження побудованих моделей;
- давати наукову інтерпретацію механічних процесів, які зустрічаються при експлуатації будівельних конструкцій та будівельної техніки.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва тем	Кількість годин			
		лекції	практичні	лабораторні	самостійна
Розділ І. Статика					
1.1	**Вступ в теоретичну механіку. Статика.** Основні поняття статики. Сила, момент сили.	2	22		30
1.2	**Статика твердого тіла.** Елементарні операції. Головний вектор та головний момент системи сил. Рівнодіюча. Теорема Варіньона. Аксіоми статики. В'язі та реакції в'язей.	4			
1.3	**Статика твердого тіла.** Рівновага системи сил. Основна лема та основна теорема статики. Аналітичні умови рівноваги систем сил.	4			
1.4	**Статика твердого тіла.** Загальна ознака еквівалентності систем сил. Наслідки. Теорема Пуансо. Зведення до найпростішого вигляду довільної системи сил.	4			6
1.5	**Центр ваги**. Центр паралельних сил. Центр ваги та методи його визначення.	2	2		4
Розділ ІІ. Кінематика					
2.1	**Кінематика точки.** Способи задання руху точки. Швидкість та прискорення точки. Методи їх визначення.	4	8		12
2.2	**Найпростіші види руху твердого тіла.** Поступальний та обертальний рух твердого тіла. Перша формула Ейлера.	4	4		10
2.3	**Складний рух точки.** Теорема про додавання швидкостей та прискорень. Прискорення Коріоліса.	4	2		10
2.4	**Плоскопаралельний рух твердого тіла**. Миттєвий центр швидкостей. Друга формула Ейлера.	4	4		10
Розділ ІІІ. Динаміка					
3.1	**Закони класичної механіки. Динаміка матеріальної точки.** Дві основні задачі динаміки для матеріальної точки. Гармонійні коливання матеріальної точки. Вільні коливання. Затухаючі та вимушені коливання.	6	2		6
3.2	**Динаміка механічної системи. Загальні теореми динаміки.** Центр мас. Теорема про рух центра мас.	2	2		6
3.3	**Загальні теореми динаміки.** Кількість руху точки та механічної системи. Теореми про зміну кількості руху точки та системи.	4	2		6
3.4	**Загальні теореми динаміки.** Кінетичний момент точки та механічної системи. Теорема про зміну кінетичного моменту. Кінетичний момент твердого тіла. Диференціальне рівняння обертання твердого тіла.	4	2		6
3.5	**Загальні теореми динаміки.** Елементарна робота та робота сили на скінченому переміщенні. Робота сили тяжіння. Кінетична енергія точки та механічної системи. Теорема про зміну кінетичної енергії.	4	4		10
3.6	**Елементи аналітичної механіки.** Аналітичні принципи механіки. Принцип можливих переміщень. Принцип Даламбера-Лагранжа. Узагальнені координати та сили. Рівняння Лагранжа.	6	2		10
	Всього	**58**	**56**	**-**	**126**

Критерії оцінювання та засоби діагностики

Мінімальний та максимальний рівень оцінювання щодо отримання «іспиту» («заліку») за навчальною дисципліною «Теоретична механіка» складає відповідно 60 та 100 балів і може бути досягнений наступними засобами оцінювання:

Засоби оцінювання		Мінімальна кількість балів	Максимальна кількість балів
Вид контролю	Кількість у семестрі		
ЧАСТИНА І (перший семестр вивчення дисципліни)			
Розрахунково-графічна робота (виконання та захист)	2	30	50
Контрольна робота	2	6	10
Контроль знань:			
- Підсумковий (семестровий) контроль знань - іспит	1	24	40
Разом		**60**	**100**
ЧАСТИНА ІІ (другий семестр вивчення дисципліни)			
Розрахунково-графічна робота (виконання та захист)	3	30	50
Контрольна робота	2	10	20
Контроль знань:			
- Поточний контроль знань (стандартизовані тести)	1	20	30
Разом		**60**	**100**

Дисципліна «Теоретична механіка» викладається протягом двох семестрів. В кожному семестрі передбачено виконання розрахунково-графічних робіт (в першому семестрі -2, в другому семестрі -3) та двох контрольних робіт. За результатами вивчення навчальної дисципліни студенти повинні самостійно виконати завдання розрахунково-графічних та контрольних робіт, метою яких є закріплення і систематизація знань, отриманих на лекціях та практичних заняттях, а також здобуття навичок необхідних для застосування їх в професійній діяльності.

Розрахунково-графічна робота №1 передбачена за темою «Статика твердого тіла. Рівновага системи сил». Задано конструкції, що знаходяться в рівновазі, необхідно визначити реакції в'язей, склавши рівняння рівноваги.

Розрахунково-графічна робота №2 містить завдання на визначення розташування центра ваги тіл, на визначення швидкості та прискорення точки при координатному та натуральному способі задання руху.

Розрахунково-графічна робота №3 складається з завдань за темою «Кінематика твердого тіла» та полягає у визначені швидкості та прискорення точок тіла при обертальному, поступальному русі тіла, під час складного руху тіла та визначення швидкостей точок плоского механізму.

Розрахунково-графічні роботи №4 та **№5** передбачено за темами «Динаміка матеріальної точки», «Динаміки механічної системи» та «Елементи аналітичної механіки».

Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічних робіт [4-6].

Контрольні роботи передбачено з наступних тем: рівновага плоскої системи сил, визначення швидкості та прискорення точки при координатному та натуральному способі задання руху, визначення швидкості та прискорення точок тіла при обертальному та

поступальному русі тіла, теорема про змінну кінетичної енергії. Методичні рекомендації до виконання контрольних робіт [7].

У другому семестрі викладання дисципліни проводиться експрес-контроль знань – стандартизовані тести (до 30 тестових питань), наприклад:

1. Як спрямований вектор тангенціального прискорення точки:
   а) по дотичній до траєкторії руху точки,
   б) перпендикулярно до дотичної до траєкторії руху точки,
   в) до центру кривизни траєкторії?
2. Рух, при якому числове значення швидкості залишається постійним, називається:
а) рівномірним, б) рівнозмінним, в) прямолінійним.

Підсумковий контроль знань у першому семестрі викладання дисципліни проводиться у формі іспиту у терміни, передбачені графіком навчального процесу, в обсязі навчального матеріалу, визначеному програмою дисципліни. При складанні іспиту студент має дати відповіді на три питання екзаменаційного білету. Протягом часу, відведеного на підготовку відповідей на запитання екзаменаційного білету, студент повинен підготувати найбільш повне обґрунтування своїх висновків на основі матеріалу теоретичного курсу. Іспит проводиться в усній формі у вигляді бесіди з викладачем (комісією викладачів). Екзаменатор може пропонувати студентові відповісти на додаткові запитання в межах матеріалу, визначеного навчальною програмою.

Підсумковий контроль знань у другому семестрі викладання дисципліни проводиться для студентів, що не змогли з будь яких причин набрати необхідну кількість балів, або для студентів, що бажають збільшити вже набрану кількість балів. Підсумковий контроль знань здійснюється у вигляді усної бесіди з викладачем (комісією викладачів) по тематиці навчальної дисципліни.

Перелік питань до іспиту з навчальної дисципліни «Теоретична механіка»:

1. Предмет статики. Основні поняття статики.
2. Що називається парою сил, прямопротилежними силами?
3. Яка система сил називається плоскою, просторовою?
4. Визначення систем сил: паралельної, довільної та збіжної.
5. Елементарні операції. Еквівалентні перетворення.
6. Еквівалентні системи сил. Рівнодіюча системи сил.
7. Головний вектор системи сил. Зв'язок і відмінність між рівнодіючою і головним вектором.
8. Перша геометрична властивість елементарних операцій.
9. Момент сили відносно полюса та його властивості.
10. Момент сили відносно осі та його властивості.
11. Зв’язок між моментом сили відносно полюса і осі.
12. Сформулюйте та доведіть теорему про момент сили відносно полюса як векторний добуток.
13. Сформулюйте та доведіть теорему Варіньона для двох збіжних сил.
14. Головний момент системи сил відносно полюса і осі.
15. Друга геометрична властивість елементарних операцій.
16. Сформулюйте та доведіть узагальнену теорему Варіньона.

17. Сформулюйте та доведіть теорему про зміну головного моменту відносно полюса при зміні полюса.
18. Момент пари сил.
19. Аксіоми статики.
20. Поняття вільного тіла. Що називається в'яззю? Які сили називаються реакціями в'язей?
21. Сформулюйте принцип звільнення від в'язей.
22. Типи в’язей:
    Як спрямована і де прикладена реакція гладкої поверхні?
    Як виглядає в’язь у вигляді стрижня, яка в ньому виникає реакція?
    Як виглядає в’язь у вигляді шарнірно-нерухомої опори, яка в ній виникає реакція?
    Як виглядає в’язь у вигляді шарнірно-рухомої опори, яка в ній виникає реакція?
    Як виглядає в’язь у вигляді жорсткої защемлення, яка в ній виникає реакція?
    Як виглядає в’язь у вигляді сферичного шарніра, яка в ній виникає реакція?
23. Сформулюйте і доведіть теорему Ейлера-Сомова (основна лема статики).
24. Сформулюйте і доведіть основну теорему статики (Загальні умови рівноваги системи сил).
25. Аналітичні умови рівноваги системи сил. Вкажіть умови рівноваги для плоскої збіжної системи сил, для просторової збіжної системи сил, для просторової системи паралельних сил, для плоскої довільної системи сил.
26. Сформулюйте та доведіть загальну ознаку еквівалентності систем сил.
27. Сформулюйте та доведіть ознаку еквівалентності пар сил, теорему про додавання пар сил.
28. Сформулюйте та доведіть теорему Пуансо.
29. Типи найпростіших систем. Інваріанти.
30. Сформулюйте ознаку приведення системи сил до динами, ознаку існування рівнодіючої паралельних сил.
31. Центр паралельних сил. За якою формулою визначається центр паралельних сил?
32. Центр ваги тіла. Методи визначення положення центра ваги.
33. Траєкторія та швидкість руху точки.
34. Прискорення руху точки. Розкладання прискорення на дотичну і нормальну складові. У чому полягає фізичне значення дотичного і нормального прискорень?
35. Способи задання руху точки.
36. Координатний спосіб задання руху точки. Як визначається швидкість та прискорення точки при координатному способі задання руху?
37. Векторний спосіб задання руху точки. Як визначається швидкість та прискорення точки при векторному способі задання руху?
38. Натуральний спосіб задання руху точки. Як визначається швидкість та прискорення точки при натуральному способі задання руху?
39. Поступальний рух твердого тіла. Сформулюйте властивості поступального руху.
40. Обертання твердого тіла навколо нерухомої осі. Кут повороту (кутова координата) тіла. Кутова швидкість та кутове прискорення.
41. Лінійна швидкість точки тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Зв'язок між кутовою швидкістю тіла і лінійною швидкістю точки тіла.
42. Лінійне прискорення точки тіла, що обертається навколо нерухомої осі. Зв'язок між кутовим прискоренням тіла і лінійним прискоренням точки.
43. Кутова швидкість як вектор. Перша формула Ейлера.

Інформаційне забезпечення

Основна література

1. Лещенко Д.Д., Козаченко Т.О. Динаміка механічної системи: навчальний посібник. – Одеса, ОДАБА. 2018. – 123с.
2. Бекшаєв С.Я., Козаченко Т.О. Кінематика: навчальний посібник. – Одеса: ОДАБА, 2021. – 87с.
3. Fomin V.M., Fomina I.P. Theoretical mechanics course tutorial (for students of speciality 192 “Building and Civil Engineering”). – Odessa: OSACEA. – 2020. – 189с.
4. Лещенко Д.Д., Козаченко Т.О. Балдук П.Г. Методичні вказівки та завдання для виконання розрахунково-графічних робіт з курсу теоретичної механіки розділ «Статика». – ОДАБА – 2020. – 63с.
5. Лещенко Д.Д., Козаченко Т.О., Зінкевич Я.С., Фоміна І.П. Методичні вказівки та завдання для виконання розрахунково-графічних робіт з курсу теоретичної механіки. Розділ «Кінематика».– Одеса: ОДАБА, 2017. –53с.
6. Лещенко Д.Д., Фомін В.М., Бекшаєв С.Я., Козаченко Т.О. Методичні вказівки та завдання для виконання розрахунково-графічних робіт з курсу теоретичної механіки: «Динаміка матеріальної точки», «Динаміка механічної системи», «Елементи аналітичної механіки». –Одеса: ОДАБА. – 2018. – 49с.
7. Лещенко Д.Д., Фомін В.М., Бекшаєв С.Я., Козаченко Т.О., Фоміна І.П. Методичні вказівки та завдання для виконання контрольних робіт з курсу теоретичної механіки. – Одеса: ОДАБА. – 2019. – 45с.

Допоміжні джерела інформації

8. Фомін В.М., Фоміна І.П., Козаченко Т.О. Курс теоретичної механіки: навчальний посібник. – Одеса: Поліграф, 2012. – 200 с.
9. Кирилов В.Х., Лещенко Д.Д. Курс теоретичної механіки: навчальний посібник. – Одеса. 2000. – 261с.
10. Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2002. – 510 с.
11. Теоретична механіка. Збірник задач: навчальний посібник / О. С. Апостолюк та ін.; За ред. М. А. Павловського. – К.: Техніка, 2007. 400 с.
12. Бекшаєв С.Я., Фомін В.М., Зінкевич Я.С., Фоміна І.П. Методичні вказівки до лекційних занять «Кінематика» для студентів зі скороченим терміном навчання. – ОДАБА, Одеса, 2014. – 59с.
13. Лещенко Д.Д., Балдук П.Г., Бекшаєв С.Я., Козаченко Т.О. Словник термінів в галузі механіки для студентів всіх напрямів денної та заочної форм навчання. – Одеса: ОДАБА. – 2016. – 114 с.
14. Лещенко Д.Д., Бекшаєв С.Я., Козаченко Т.О. Методичні вказівки до практичних занять з курсу теоретичної механіки. Розділ «Кінематика».- Одеса: ОДАБА -2014.- 41с.
15. Leshchenko D.D., Kozachenko T.O. Methodical instructions and tasks for carrying out of calculated-graphic works from course of Theoretical Mechanics Section “Statics”. – Odesa: OSACEA. – 2019. – 59p.
16. Leshchenko D.D., Palii E.S. Methodical instructions and tasks for carrying out of calculated-graphic works for full-time and part-time students of all specialties from course of Theoretical Mechanics, section «Kinematics». – Odesa: OSACEA. – 2019. – 46с.
17. Leshchenko D.D., Palii E.S. Methodical instructions and tasks for carrying out of calculated-graphic works for full-time and part-time students of all specialties from course of Theoretical Mechanics, section «Dynamics»– Odesa: OSACEA. – 2019. – 49с.