

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра механіки

Декан факультету конструювання та дизайну,

Ружило З.В.

"16" 05 2023 р.



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

"СХВАЛЕНО"

на засіданні кафедри механіки
Протокол № 9 від "25" 04 2023 р.

Завідувач кафедри

Булгаков В.М.

"РОЗГЛЯНУТО"

Гарант ОП _____

Булгаков В.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

освітня програма «Галузеве машинобудування»

Факультет (ННІ) Факультет конструювання та дизайну

Розробники: Черниш О.М., доцент кафедри механіки, к.т.н, доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2023 р.

1. Опис навчальної дисципліни

ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь				
Освітній ступінь	Бакалавр			
Спеціальність	133 «Галузеве машинобудування»			
Освітня програма	«Галузеве машинобудування»			
Характеристика навчальної дисципліни				
Вид	Обов'язкова			
Загальна кількість годин	180			
Кількість кредитів ECTS	6,0			
Кількість змістових модулів	4			
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-			
Форма контролю	Залік, екзамен			
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання				
	денна форма навчання		заочна форма навчання	
Рік підготовки (курс)	I, II		II	
Семестри	2, 3		3, 4	
Лекційні заняття	30 год	30 год	4 год	6 год
Практичні заняття	30 год	30 год	6 год	8 год
Самостійна робота	30 год	30 год	80 год	76 год

2. Мета та завдання навчальної дисципліни «Теоретична механіка»

Мета: формування системи фундаментальних знань, вивчення найбільш загальних закономірностей механічного руху, рівноваги і взаємодії матеріальних тіл і систем та опанування методів розрахунку силових і кінематичних параметрів цих матеріальних об'єктів.

Завдання: оволодіти методами законами і принципами теоретичної механіки у тому обсязі, який дає можливість успішно засвоїти інші загальнотехнічні і спеціальні дисципліни, набути твердих практичних навичок у розв'язуванні різноманітних задач, які стосуються сільськогосподарської техніки, розвинути культуру інженерного мислення, навичок складання розрахункових моделей реальних технічних об'єктів.

Навчальна дисципліна забезпечує формування ряду компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

Фахові компетентності:

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

Програмні результати навчання:

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

РН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

РН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.

Графік навчання

Розподіл навчального часу за темами по видам занять

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	
Семестр 2														
Змістовий модуль 1. Статика														
Тема 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття і визначення	1	6	2	2			2							2
Тема 2. Основні поняття та аксіоми статички	2	6	2				4							2
Тема 3. Збіжна система сил	3	8	2	2			4							
Тема 4. Плоска довільна система сил	4	8	2	4			2							
Тема 5. Плоскі ферми та їх розрахунок	5	8	2	4			2							
Тема 6. Просторові системи сил	6	9	2	2			5							
Разом за змістовим модулем 1		45	12	14			19	34	2	4				42
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Змістовий модуль 2. Кінематика													
Тема 7. Способи визначення руху точки у просторі	7	7	2	4			1						
Тема 8. Швидкість руху точки	8	5	2	2			1						
Тема 9. Прискорення руху точки	9	5	2	2			1						
Тема 10. Прості рухи твердого тіла	10	7	2	4			1						
Тема 11. Плоскопаралельний рух тіла	11	5	2	2			1						
Тема 12. План швидкостей при плоско паралельному русі	12	5	2	2			1						
Тема 13. Складний рух точки	13	4	2				2						
Тема 14. Теорема Коріоліса	14	3	2				1						
Тема 15. Рух твердого тіла навколо нерухомої точки	15	4	2				2						
Разом за змістовим модулем 2	45		18	16			11	45	2	2			41
Усього годин за I семестр	90		30	30			30	75	4	6			65
Семестр 3													
Змістовий модуль 3. Динаміка матеріальної точки і системи													
Тема 16. Основні поняття динаміки. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Перша задача	1	6	2	2			2	5					5
Тема 17. Друга задача динаміки матеріальної точки	2	7	2	2			3	5					5
Тема 18. Диференціальні рівняння вільних коливань матеріальної точки	3	6	2	2			2	6	1	1	-		4
Тема 19. Диференціальні рівняння змушених коливань матеріальної точки	4	6	2	2			2	5					5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Тема 20. Матеріальна система. Геометрія мас матеріальної системи	5	6	2	2			2	6					6
Тема 21. Диференціальні рівняння руху матеріальної системи. Закон збереження руху центра мас	6	7	2	2			3	6		1			5
Тема 22. Основи динаміки твердого тіла. Диференціальні рівняння руху	7	7	2	2			3	6					6
Разом за змістовим модулем 3	45		14	14			17	1	2			42	
Змістовий модуль 4. Загальні теореми динаміки, основи аналітичної механіки													
Тема 23. Загальні теореми динаміки. Кількість руху матеріальної точки і системи	8	6	2	2			2	6					6
Тема 24. Момент кількості руху матеріальної точки і системи	9	6	2	2			2	7	1	1			5
Тема 25. Робота і потужність. Поняття про кінетичну енергію	10	5	2	2			1	6					6
Тема 26. Потенціальне силове поле. Закон збереження механічної енергії	11	5	2	2			1	6					6
Тема 27. Кінетостатика матеріальної точки і твердого тіла	12	5	2	2			1	6		1			5
Тема 28. Аналітичні принципи Лагранжа. Загальне рівняння динаміки	13	6	2	2			2	6					6
Тема 29. Диференціальні рівняння матеріальних систем в узагальнених координатах	14	6	2	2			2	7					7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Тема 30. Рівняння Лагранжа другого роду	15	6	2	2			2	7					7
Разом за змістовим модулем 2	45		16	16			13	45	1	2			42
Усього годин за II семестр	90		30	30			30	90	4	6			65

3. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Умови рівноваги тіл під дією системи збіжних сил. Визначення зусиль у стрижнях	2
2	Умови рівноваги балок і стрижнів під дією системи довільних сил на площині. Визначення реакцій опор	2
3	Розрахунок плоских ферм	2
4	Умови рівноваги тіл під дією просторової системи сил. Визначення реакцій в'язей	2
5	Кінематика матеріальної точки	2
6	Кінематика обертального руху твердого тіла	2
7	Кінематика плоского руху твердого тіла	2
8	Кінематика складного руху точки та твердого тіла	2
9	Розв'язання першої задачі динаміки матеріальної точки	2
10	Розв'язання другої задачі динаміки матеріальної точки	2
11	Динаміка коливального руху матеріальної точки	2
12	Розв'язання задач динаміки обертового тіла з нерухомою віссю	2
13	Розв'язання задач динаміки точки і матеріальної системи за допомогою загальних теорем динаміки	2
14	Розв'язання задач динаміки за принципом д'Аламбера-Лагранжа (за допомогою загального рівняння динаміки)	2
15	Розв'язання задач динаміки за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду	2

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Рівнодійна плоскої системи збіжних сил	2
2	Рівновага систем збіжних сил	
3	Рівновага плоских систем довільних сил	2
4	Плоскі ферми та їх розрахунок	
5	Рівновага просторових систем довільних сил	2
6	Центр паралельних сил. Центри ваги тіл	2
7	Способи визначення руху точки у просторі	2
8	Швидкість руху точки	

9	Прискорення руху точки	
10	Прості рухи твердого тіла	2
11	Плоскопаралельний рух тіла	2
12	План швидкостей при плоско паралельному русі	2
13	Складний рух точки	2
14	Теорема Коріоліса	2
15	Рух твердого тіла навколо нерухомої точки	2
16	Диференціальні рівняння руху матеріальної точки. Перша задача	2
17	Друга задача динаміки матеріальної точки	2
18	Диференціальні рівняння вільних коливань матеріальної точки	2
19	Диференціальні рівняння змушених коливань матеріальної точки	2
20	Матеріальна система. Геометрія мас матеріальної системи	
21	Диференціальні рівняння руху матеріальної системи. Закон збереження руху центра мас	
22	Основи динаміки твердого тіла. Диференціальні рівняння руху	
23	Загальні теореми динаміки. Кількість руху матеріальної точки і системи	
24	Момент кількості руху матеріальної точки і системи	
25	Робота і потужність. Поняття про кінетичну енергію	
26	Потенціальне силове поле. Закон збереження механічної енергії	
27	Кінетостатика матеріальної точки і твердого тіла	
28	Аналітичні принципи Лагранжа. Загальне рівняння динаміки	
29	Диференціальні рівняння матеріальних систем в узагальнених координатах	
30	Рівняння Лагранжа другого роду	

5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

Контрольні питання

1. Який кут складає вектор сили з віссю, якщо він проектується в натуральну величину?
2. Скільки обмежень руху накладає сферичний шарнір?
3. Якою відстанню між центром і вектором сили характеризується плече?
4. Якими параметрами характеризується момент сили відносно центра?
5. В яке рівняння рівноваги може входити момент пари сил?
6. Хто є автором теореми: "Момент рівнодійної відносно центра і осі дорівнює сумі моментів складових"?
7. До яких силових факторів зводиться будь-яка система довільних сил?
8. При якому співвідношенні між кількістю вузлів m і кількістю стержнів n плоска ферма буде геометрично незмінною і статично визначеною?
9. Які умови рівноваги плоскої системи довільних сил?
10. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя ковзання?
11. В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя кочення?
12. Скільки умов рівноваги має просторова система довільних сил?
13. Що є незмінним при зміні центра зведення просторової системи довільних сил?
14. Скільки реакцій дає жорстке закріплення при просторовому навантаженні консолі?
15. Яка із сил створює момент відносно осі?
16. Момент сили відносно осі дорівнює моменту сили відносно центра, помноженому на тригонометричну функцію кута між ними. Яка ця функція?
17. Який спосіб визначення руху точки використовується в теорії?
18. Які способи визначення руху точки використовуються при розв'язуванні задач?
19. Що називається швидкістю точки?
20. Що називається прискоренням точки?
21. Що характеризує радіус – вектор точки?
22. Як визначається прискорення точки при векторному способі?
23. Які координати, як функції часу використовують при координатному способі?
24. Як визначити траєкторію руху точки при координатному способі?
25. Як визначити швидкість руху точки при координатному способі?
26. Як визначити прискорення точки при координатному способі?
27. Що є предметом динаміки?
28. Що зветься інертністю матеріального тіла?
29. Як формулюється основний закон динаміки?
30. Що таке інерціальна система відліку?
31. Як записати диференціальне рівняння руху матеріальної точки у векторній формі?
32. Як записати диференціальні рівняння руху матеріальної точки в декартових координатах?
33. Як записати диференціальні рівняння руху матеріальної точки в натуральних осях?
34. Яка перша задача динаміки?
35. Яка друга задача динаміки?
36. Як визначають довільні сталі при розв'язуванні диференціальних рівнянь руху точки?
37. Який рух є гармонійним коливальним рухом?
38. Що таке амплітуда коливань?
39. Що таке колова частота коливань?
40. Що зветься періодом коливань?

41. Які коливання зветься вільними?
42. Чому дорівнює маса матеріальної системи?
43. Що таке центр мас матеріальної системи?
44. Яка одиниця вимірювання моменту інерції тіла відносно осі?
45. Що зветься кількістю руху матеріальної точки котра має масу, швидкість і прискорення?
46. Чому дорівнює кількість руху механічної системи масою m ?
47. Що таке елементарний імпульс сили?
48. Який вид має диференціальне рівняння обертального руху тіла?
49. Скільки диференціальних рівнянь описує плоскопаралельний рух тіла?
50. Чому дорівнює робота сили тертя ковзання при русі катка по дорозі без проковзування?
51. При якому куті між силою і швидкістю робота сили дорівнює нулю?
52. Які сили здійснюють від'ємну роботу?
53. Елементарна робота сили, яка прикладена до обертового тіла, дорівнює добутку моменту цієї сили відносно осі на переміщення. Яке переміщення мається на увазі?
54. Чому дорівнює кінетична енергія матеріальної точки?
55. У яких одиницях вимірюється кінетична енергія?
56. Чому дорівнює кінетична енергія механічної системи?
57. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при поступальному русі?
58. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при його обертанні навколо нерухомої осі?
59. За якою формулою обчислюють кінетичну енергію тіла при його плоскопаралельному русі?
60. Чому дорівнює зміна кінетичної енергії матеріальної точки за певний час?
61. Чому дорівнює зміна кінетичної енергії механічної системи за певний час?
62. Що називають силою інерції матеріальної точки?
63. В чому полягає суть принципу д'Аламбера для матеріальної точки і механічної системи?
64. В якому випадку динамічні реакції опор не залежать від кутової швидкості обертання тіла?
65. Скільки ступенів вільності має абсолютно вільне тіло у просторі?
66. Чому дорівнює робота реакції ідеальної в'язі (без тертя)?
67. Як відбуваються можливі переміщення?
68. Як звести реальну в'язь з тертям до ідеальної?
69. Як зветься сила, елементарна робота якої дорівнює сумі елементарних робіт діючих сил?
70. Назвіть умову рівноваги динамічної системи в узагальнених координатах.

Комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами

Питання 1

Тіло, розмірами якого можна знехтувати, але не масою, називається матеріальною ...
(допишіть пропущене слово у реченні)

Питання 2

Тіло, яке не змінює свої розміри і форму за будь – яких умов називається абсолютно ... тілом.
(допишіть пропущене слово у реченні)

Питання 3.

До криволінійного жорсткого стержня AB прикладена сила P вздовж лінії AB . Як буде спрямована реакція стержня?

<input type="checkbox"/>	Вздовж лінії BA ;
<input type="checkbox"/>	Вертикально;
<input type="checkbox"/>	По дотичній;
<input type="checkbox"/>	По горизонталі.

Питання 4.

Сила, з точки зору, механіки є ковзним вектором, так чи ні?

<input type="checkbox"/>	Так
<input type="checkbox"/>	Ні

Питання 5.

Сила має розмірність:

<input type="checkbox"/>	Н (Ньютон)
<input type="checkbox"/>	С (секунда)
<input type="checkbox"/>	м/с (метр за секунду)
<input type="checkbox"/>	Н·м (ньютон на метр)

Питання 6.

Нехай за модулем вектор \vec{a} дорівнює 10. Кут між додатнім напрямком осі x і вектором \vec{a} складає $\alpha=60^\circ$, тоді проекція вектора a_x на вісь x буде дорівнювати:

<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	4

Питання 7.

Який кут складає вектор сили з віссю, якщо він проектується в натуральну величину? (Наведіть два можливих варіанти)

<input type="checkbox"/>	Гострий кут;
<input type="checkbox"/>	Тупий кут;
<input type="checkbox"/>	Кут 0 градусів;
<input type="checkbox"/>	Кут 180 градусів.

Питання 8.

Під дією двох сил тверде тіло перебуває у стані рівноваги. Як спрямовані вектори цих сил?

<input type="checkbox"/>	Перпендикулярно;
<input type="checkbox"/>	Паралельно і в одну сторону;
<input type="checkbox"/>	По одній прямій у протилежні сторони;
<input type="checkbox"/>	Під кутом 60° .

Питання 9.

Момент сили є зв'язаним вектором, так чи ні?

<input type="checkbox"/>	Вірно
<input type="checkbox"/>	Невірно

Питання 10.

Проекція сили на вісь – це добуток модуля сили на яку тригонометричну функцію?

<input type="checkbox"/>	Синус кута між силою і віссю;
<input type="checkbox"/>	Косинус кута між силою і віссю;
<input type="checkbox"/>	Тангенс кута між силою і віссю.
<input type="checkbox"/>	Котангенс кута між силою і віссю

Питання 11.

Якою відстанню між центром і вектором сили характеризується плече?

<input type="checkbox"/>	Відстань між центром і силою;
<input type="checkbox"/>	Відстань між центром і кінцем вектора сили;
<input type="checkbox"/>	Найкоротша відстань між центром і лінією дії сили;
<input type="checkbox"/>	Відстань між центром і віссю обертання.

Питання 12.

Рівнодійна двох непаралельних сил на площині має наступне значення

<input type="checkbox"/>	Спрямована по одній прямій в протилежні сторони
<input type="checkbox"/>	Дорівнює арифметичній сумі заданих сил і спрямована по одній прямій
<input type="checkbox"/>	Дорівнює алгебраїчній сумі заданих сил і спрямована по одній прямій
<input type="checkbox"/>	Дорівнює геометричній сумі заданих сил і спрямована по діагоналі паралелограма

Питання 13.

В яке рівняння рівноваги може входити момент пари сил?

<input type="checkbox"/>	В рівняння суми проекцій збіжних сил;
<input type="checkbox"/>	В рівняння суми моментів сил відносно центра;
<input type="checkbox"/>	В векторне рівняння суми збіжних сил;
<input type="checkbox"/>	Не входить в рівняння.

Питання 14.

Якими параметрами характеризується момент сили відносно центра?

<input type="checkbox"/>	Модулем і напрямом повороту;
<input type="checkbox"/>	Модулем, площиною дії і напрямом повороту;
<input type="checkbox"/>	Модулем і площиною дії;
<input type="checkbox"/>	Модулем.

Питання 15.

Які з наведених систем рівнянь визначають аналітичні умови рівноваги плоскої системи довільних сил?

1.	$\sum F_{kx} = 0;$ $\sum F_{ky} = 0.$
2.	$\sum M_A = 0;$ $\sum M_B = 0.$
3.	$\sum F_{kx} = 0;$ $\sum M_A = 0.$
4.	$\sum F_{kx} = 0;$ $\sum F_{ky} = 0;$ $\sum M_A = 0.$

Питання 16.

Теорема Варіньона звучить так: "Момент рівнодійної відносно центра і осі дорівнює сумі моментів складових сил"?	
	Вірно
	Невірно

Питання 17.

До яких силових факторів зводиться будь-яка система довільних сил?	
	До головного вектора;
	До головного вектора і головного моменту;
	До головного моменту;
	До рівнодійної.

Питання 18.

Що таке середня швидкість?	
	Це половина початкової швидкості
	Це відношення пройденого шляху до витраченого часу
	Це половина середнього прискорення
	Це половина суми початкової і кінцевої швидкості

Питання 19.

Як спрямувати силу тертя?	
	Проти напрямку прискорення;
	Проти напрямку відносної швидкості;
	Вздовж нормалі до поверхні;
	Вздовж напрямку прискорення.

Питання 20.

В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя ковзання?	
	Безрозмірна величина;
	В метрах;
	В градусах;
	В радіанах.

Питання 21.

Якщо силовий багатокутник системи сил є замкненим, то це означає, що ...	
	система сил зводиться до головного вектора
	система сил перебуває у рівновазі
	система сил зводиться до рівнодійної
	система сил зводиться до головного моменту

Питання 22.

Сила тертя ковзання дорівнює добутку сили нормального тиску на яку величину?	
	На коефіцієнт тертя ковзання;
	На тангенс кута тертя;
	На косинус кута тертя;
	На котангенс кута тертя.

Питання 23.

В яких одиницях вимірюється коефіцієнт тертя ковзання?	
	Безрозмірний;
	В метрах;
	В градусах;
	В радіанах.

Питання 24.

Скільки умов рівноваги має просторова система довільних сил?	
	Дві умови рівноваги;
	П'ять умов рівноваги;
	Шість умов рівноваги;
	Три умови рівноваги.

Питання 25.

Напишіть одиницю вимірювання коефіцієнта тертя кочення k : (записати в скороченому вигляді)	
--------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Питання 26.

Момент сили тертя кочення дорівнює добутку коефіцієнта тертя кочення на яку величину?	
	На силу нормального тиску;
	На силу тяжіння;
	На силу тертя ковзання;
	На момент сили тяжіння.

Питання 27.

Які складові реакції виникають у сферичному шарнірі при просторовому навантаженні?	
	Три реакції вздовж осей координат і три моменти відносно цих осей;
	Три реакції вздовж осей координат;
	Дві реакції вздовж осей координат і момент навколо центру шарніра;
	Три моменти відносно осей координат.

Питання 28.

Знайдіть відповідність між системами сил і їх характерними ознаками:	
А. Система збіжних сил	1. Лінії дії сил паралельні деякій осі
В. Система паралельних сил	2. Лінії дії сил розташовані будь-як і не перетинаються
С. Система довільних сил	3. Лінії дії сил перетинаються в одній точці

Питання 29.

Яка із сил створює момент відносно осі?	
	Та, що перетинає вісь;
	Та, що паралельна осі;
	Та, що лежить з віссю в одній площині;
	Та, чий вектор має відмінну від нуля проекцію на площину, перпендикулярну осі.

Питання 30.

Які складові реакції виникають в шарнірно-нерухомій опорі?	
	Одна реакція (перпендикулярно опорній поверхні);
	Дві реакції вздовж координатних осей (одна з них перпендикулярно опорній поверхні)
	Одна реакція і один момент навколо шарніра;
	Два моменти відносно двох координатних осей.

Питання 31.

При криволінійному русі матеріальної точки її тангенціальне прискорення спрямоване наступним чином:	
	Від точки до центра кривизни траєкторії
	Від центра кривизни траєкторії до точки
	Від точки по дотичній до траєкторії її руху
	Відсутнє

Питання 32.

Які складові реакції виникають в шарнірно-рухомій опорі?	
	Одна реакція (перпендикулярно опорній поверхні);
	Дві реакції вздовж координатних осей
	Одна реакція і один момент навколо шарніра;
	Два моменти відносно двох координатних осей.

Питання 33.

Який рух тіла зветься поступальним?	
	Коли всі точки тіла рухаються однаково, мають однакові траєкторії, однакові швидкості і однакові прискорення;
	Коли пряма, що належить тілу, є нерухомою;
	Коли тіло рухається по прямій;
	Коли швидкість тіла є сталою величиною.

Питання 34.

Величина швидкості матеріальної точки характеризує що?	
	Зміну траєкторії руху точки;
	Зміну величини прискорення точки;
	Зміну величини переміщення точки за одиницю часу;
	Напрямок руху точки.

Питання 35.

Величина дотичного прискорення матеріальної точки характеризує що?	
	Зміну напрямку руху точки за одиницю часу;
	Зміну шляху точки за одиницю часу;
	Зміну траєкторії руху точки за одиницю часу;
	Зміну швидкості руху точки за одиницю часу.

Питання 36.

При криволінійному русі матеріальної точки її нормальне прискорення спрямоване наступним чином	
	Від точки до центра кривизни траєкторії вздовж радіуса кривизни
	Від центра кривизни траєкторії до точки
	Від точки по дотичній до траєкторії її руху
	Відсутнє

Питання 37.

Як визначається прискорення точки при векторному способі?	
Вкажіть дві правильні відповіді.	
	Перша похідна від радіус-вектора по часу;

	Друга похідна від вектора швидкості по часу;
	Перша похідна від вектора швидкості по часу;
	Друга похідна від радіус-вектора по часу.

Питання 38.

Які координати, як функції від часу, використовують при координатному способі описання руху матеріальної точки?	
	Полярні;
	Циліндричні;
	Сферичні;
	Декартові прямокутні.

Питання 39.

Для визначення траєкторію руху точки при координатному способі необхідно виключити з координат параметр t - час, так чи ні?	
	Вірно
	Невірно

Питання 40.

Нехай точка рухається згідно рівнянь: $x=\cos\cdot t$; $y=\sin\cdot t$. Яка траєкторія руху цієї точки?	
	Пряма;
	Парабола;
	Коло;
	Гіпербола.

Питання 41.

Що таке план швидкостей механізму?	
	Це сукупність радіус-векторів окремих точок механізму на площині;
	Це сукупність планів швидкостей окремих ланок механізму, віднесених до одного полюса;
	Це розподіл швидкостей по окремих точках механізму;
	Це сукупність напрямків руху окремих точок механізму.

Питання 42.

Як визначити швидкість руху точки при координатному способі?	
	Через проекції швидкості на координатні осі, як перші похідні по часу від координат;
	Через інтегрування координат точки
	Через дотичну до траєкторії;
	Через шлях, який пройшла точка за певний час.

Питання 43.

Як визначити прискорення руху точки при координатному способі?	
	Через проекції швидкості на координатні осі, як другі похідні по часу від координат;
	Через інтегрування координат точки
	Через дотичну до траєкторії;
	Через шлях, який пройшла точка за певний час.

Питання 44.

Знайдіть відповідність між способами визначення руху точки у просторі і їх рівняннями	
А. Векторний	1. $\vec{r} = \vec{r}(t)$
В. Координатний	2. $x = x(t), \quad y = y(t),$ $z = z(t).$
С. Натуральний	3. $s = s(t)$

Питання 45.

Система матеріальних точок, положення і рух яких взаємопов'язані, називається...	
	гнучким тілом
	матеріальною системою
	з'єднанням елементів
	жорстким з'єднанням

Питання 46.

Нехай проекції швидкості на координатні осі $V_x = 3 \text{ м/с}, \quad V_y = 4 \text{ м/с}$. Чому дорівнює швидкість точки? (напишіть відповідь)

Питання 47. С37

Що характеризує нормальне (доцентрове) прискорення точки?	
	Зміну величини швидкості за одиницю часу;
	Зміну закону руху точки за одиницю часу;
	Зміну швидкості за напрямком за одиницю часу;
	Зміну траєкторії руху точки.

Питання 48.

В яких випадках руху точки її тангенціальне і нормальне прискорення дорівнюють нулю?	
	При криволінійному русі;
	При рівномірному русі;
	При прямолінійному рівномірному русі;
	При прямолінійному русі.

Питання 49.

Нехай точка рухається згідно рівнянь: $x = 5 - 3\cos t, \quad y = 4 + 3\sin t$. Чому рівна швидкість руху точки? (напишіть відповідь)

Питання 50.

У якому випадку рух точки є рівнозмінним?	
	Коли швидкість точки не змінюється;
	Коли тангенціальне прискорення точки є сталою величиною;
	Коли прискорення точки дорівнює нулю;
	Коли рівномірно змінюється нормальне прискорення точки.

Питання 51.

Швидкість рівнозмінного руху точки визначається за формулою: $v = v_0 + \varepsilon t$, так чи ні?	
	Вірно
	Невірно

Питання 52.

Переміщення при рівнозмінному русі матеріальної точки можна визначити за формулою $S = (v + v_0)/2$, так чи ні?	
	Вірно
	Невірно

Питання 53.

Знайдіть відповідність між кінематичними параметрами поступального руху твердого тіла та одиницями їх вимірювання:	
А. Лінійне переміщення S	1. м/с ²
В. Лінійна швидкість v	2. м/с
С. Лінійне прискорення a	3. м

Питання 54. С40

Яке з цих тіл рухається поступально?	
	Шатун двигуна;
	Поршень в циліндрі насоса;
	Стріла поворотного крану;
	Колесо автомобіля.

Питання 55.

Який рух зветься обертальним навколо нерухомої осі?	
	Коли дві точки тіла рухаються по колу;
	Коли точки тіла рухаються по колах, які розташовані в паралельних площинах, а центри цих кіл розташовані на одній прямій перпендикулярно їх площинам;
	Коли точки тіла залишаються нерухомими;
	Коли в процесі обертання існують прямі в тілі, які паралельні осі обертання.

Питання 56.

Тіло обертається згідно закону $\varphi = 1/2 \cdot t^2$. Чому буде дорівнювати його кутова швидкість ω при $t=1$ с? (Напишіть числове значення, с ⁻¹)

Питання 57.

Яка основна одиниця виміру кута повороту в кінематиці?	
	об;
	м;
	мм
	рад.

Питання 58.

Що характеризує кутова швидкість?	
	Зміну кута повороту за одиницю часу;
	Напрямок обертального руху;
	Зміну кутового прискорення;
	Кут повороту за певний час.

Питання 59.

Яка основна одиниця виміру кутової швидкості в кінематиці?	
	Градуси;
	Оберти;
	Метри за секунду;
	Радіани за секунду.

Питання 60

Що характеризує кутове прискорення?	
	Зміну кута повороту за одиницю часу;
	Зміну напрямку обертання тіла;
	Зміну кутової швидкості за одиницю часу;
	Кутову швидкість за певний час.

Питання 61

Тіло обертається згідно закону $\varphi = 1/2 \cdot t^2$. Чому буде дорівнювати його кутове прискорення ε ? (Напишіть числове значення, с ⁻²)

Питання 62

Двигун працює на частоті обертання $n=3000$ об/хв. Чому дорівнює його кутова швидкість ω ?
(Напишіть числове значення, c^{-1})

Питання 63

Тіло рухається згідно закону $\varphi=4t^3$. Чи буде його кутове прискорення ε дорівнювати 24 рад/с² при $t=1$ с, так чи ні?

Вірно
Невірно

Питання 64

Яка основна одиниця виміру кутового прискорення?

Оберти за хвилину;
Радіани за секунду в квадраті;
Оберти за хвилину;
Градуси за секунду.

Питання 65

Яке обертання твердого тіла буде рівнозмінним?

Коли кутова швидкість ε сталою величиною;
Коли кут повороту змінюється рівномірно;
Коли кутове прискорення ε сталою величиною;
Коли кутове прискорення відсутнє.

Питання 66

Знайдіть відповідність між кутовими параметрами обертального руху твердого тіла та одиницями їх вимірювання:

A. Кут повороту тіла φ	1. рад/с ²
B. Кутова швидкість ω	2. об/хв
C. Кутове прискорення ε	3. рад
D. Частота обертання n	4. рад/с

Питання 67.

За якою формулою знаходять швидкість рівноприскореного руху матеріальної точки?

1.	$v = a^2 \cdot t$
2.	$v = v_0 - a_t \cdot t$
3.	$v = v_0 + a_t \cdot t$
4.	$v = s/t$

Питання 68.

За якою формулою знаходять швидкість рівносповільненого обертального руху твердого тіла?

1.	$\omega = \omega_0 - \varepsilon \cdot t$
2.	$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot t$
3.	$\omega = \varphi / t$
4.	$v = \varepsilon^2 t$

Питання 69.

Лінійна швидкість V точки тіла, що рухається обертально із кутовою швидкістю ω , можна визначити за формулою: $V = \omega \cdot r$, де r - радіус від точки до осі обертання, так чи ні?

Вірно
Невірно

Питання 70.

Тангенціальне прискорення точки тіла, яке обертається з кутовою швидкістю ω і кутовим прискоренням ε визначають за формулою $a_t = \varepsilon \cdot R$, так чи ні?

Вірно
Невірно

Питання 71.

Як записати диференціальні рівняння руху матеріальної точки в декартових координатах?

1.	$m\ddot{x} = \sum F_{kx}; m\ddot{y} = \sum F_{ky}; m\ddot{z} = \sum F_{kz}.$
2.	$m\dot{x} = \sum F_{kx}; m\dot{y} = \sum F_{ky}; m\dot{z} = \sum F_{kz}.$
3.	$m\dot{x} = \sum F_{kx}; m\dot{y} = \sum F_{ky}; m\dot{z} = \sum F_{kz}.$
4.	$m \frac{dx}{dt} = \sum F_{kx}; m \frac{dy}{dt} = \sum F_{ky}; m \frac{dz}{dt} = \sum F_{kz}.$

Питання 72.

Який напрям має вектор кутової швидкості?

Паралельно осі обертання;
Перпендикулярно осі обертання;
Вздовж осі обертання;
Вздовж осі обертання, підкоряючись правилу свердлика.

Питання 73.

Плоскопаралельний рух твердого тіла можна уявити у вигляді суми поступального руху разом з полюсом і обертального руху навколо цього полюса, так чи ні?

Так
Ні

Питання 74.

Знайдіть відповідність між прикладами руху твердих тіл і назвами цих рухів

A. Обертальний рух	1. Рух зубчастого колеса на валу, шківів на осі
B. Поступальний рух	2. Рух поршня в циліндрі двигуна або насоса
C. Плоскопаралельний рух	3. Рух ножа жатки, педалі велосипеда
D. Коливальний рух	4. Рух вантажу на пружині або ресорі

Питання 75.

Який рух тіла буде плоскопаралельним?

Коли тіло рухається тільки обертально відносно деякої паралельної площини;
Коли тіло рухається із сталою швидкістю відносно паралельної площини;
Коли кожна точка тіла під час його руху залишається на однаковій відстані від деякої нерухомої базової площини;
Коли тіло рухається тільки поступально відносно деякої паралельної площини.

Питання 76.

Якими рівняннями визначають плоскопаралельний рух твердого тіла?	
	Рівняннями руху трьох його точок;
	Рівняннями руху двох його точок;
	Рівняннями обертального руху навколо центра обертання;
	Рівняннями руху деякої точки – полюса і рівнянням обертального руху навколо полюса.

Питання 77.

Миттєвим центром швидкостей називається:	
	Точка плоскої фігури, відносно якої відбувається рух з додатною швидкістю
	Точка плоскої фігури, відносно якої відбувається рух з від'ємною швидкістю
	Точка, яка незмінно пов'язана із плоскою фігурою, швидкість якої в даний момент дорівнює нулю
	Точка плоскої фігури, відносно якої відбувається рух з постійною швидкістю

Питання 78.

Що таке план прискорень механізму?	
	Це сукупність векторів окремих точок механізму віднесених до одного центра;
	Це сукупність планів прискорень окремих ланок механізму віднесених до одного полюса;
	Це розподіл прискорень по окремих точках механізму;
	Це порядок визначення прискорень окремих точок механізму.

Питання 79.

Знайдіть відповідність між параметрами та одиницями їх вимірювання:	
А. Сила	1. Н
В. Момент сили	2. Н·м
С. Робота	3. Дж
Д. Потужність	4. Вт

Питання 80.

Який з наведених варіантів найбільш повно і вірно формулює основний закон динаміки матеріальної точки?	
	Величина сили, що діє на матеріальну точку, є добутком її маси на прискорення;
	Добуток маси матеріальної точки на її прискорення дорівнює геометричній сумі діючих на неї сил;
	Величина сили, що діє на матеріальну точку, пропорційна її прискоренню;
	Величина сили, що діє на матеріальну точку, дорівнює добутку її маси на швидкість.

Питання 81

У другій задачі динаміки матеріальної точки по закону дії сил на точку знаходять її параметри руху (переміщення, швидкість, прискорення), так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 82.

При розв'язуванні диференціальних рівнянь руху точки сталі інтегрування знаходять із початкових умов, коли в початковий момент часу відомі положення точки і її швидкість, так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 83.

Вкажіть диференціальні рівняння руху матеріальної точки у векторній формі. (вказати порядковий номер рівнянь)	
1.	$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = \sum \vec{F}_k$
2.	$m \vec{r} = \sum \vec{F}_k$
3.	$m \frac{d\vec{v}}{dt} = \sum \vec{F}_k$
4.	$m \frac{d\vec{r}}{dt} = \sum \vec{S}_k$

Питання 84. А13

Кількість руху матеріальної точки визначається як добуток її маси на швидкість, так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 85

Вкажіть диференціальні рівняння матеріальної точки при натуральному способі завдання руху. (вказати порядковий номер рівнянь)	
1.	$m \frac{dv}{dt} = \sum F_{k\tau}; m \frac{v^2}{\rho} = \sum F_{kn}; \sum F_{kb} = 0;$
2.	$m \frac{dv}{dt} = \sum F_{k\tau}; m \frac{v}{\rho} = \sum F_{kn}; ma_b = \sum F_{kb}.$
3.	$ma_\tau = \sum F_{k\tau}; ma_n = \sum F_{kn}; ma_b = \sum F_{kb};$
4.	$m \frac{d^2 v}{dt^2} = \sum F_{k\tau}; m \frac{v^2}{\rho} = \sum F_{kn}; \sum F_{kb} = 0.$

Питання 86

Якою є перша задача динаміки матеріальної точки?	
	Коли відомий рух точки, знаходять рівнодійну силу, яка діє на точку;
	Коли відомі сили, які діють на точку, знаходять її рух;
	Коли відомі сили, які діють на точку, знаходять її прискорення;
	Коли відоме прискорення точки знаходять силу, яка діє на точку.

Питання 87.

Чому дорівнює маса матеріальної системи?	
	Арифметичній сумі мас матеріальних точок;
	Алгебраїчній сумі мас точок;
	Геометричній сумі;
	Добутку мас точок.

Питання 88.

Що таке центр мас матеріальної системи?	
	Визначається за формулою $x_c = \frac{\sum x_k m_k}{M}$;
	Визначається за формулою $y_c = \frac{\sum y_k m_k}{M}$;
	Визначається за формулою $z_c = \frac{\sum z_k m_k}{M}$;
	Визначається за формулою $\vec{r}_c = \frac{\sum m_k \vec{r}_k}{M}$.

Питання 89.

Вкажіть одиницю вимірювання моменту інерції тіла відносно осі:	
	кг·м ² (кілограм на метр квадратний);
	кг·м (кілограм на метр);
	м ² (метр квадратний);
	Н·м (ньютон на метр).

Питання 90.

Момент інерції маховика дорівнює добутку маси маховика на яку величину?	
	Радіус маховика;
	Площу маховика;
	Діаметр маховика;
	Квадрат радіуса інерції

Питання 91.

Елементарна робота сили дорівнює добутку сили на два інших множники, які повинні бути у відповіді.	
	Елементарне переміщення і косинус кута;
	Переміщення і синус кута між силою і швидкістю;
	Переміщення і тангенс кута;
	Переміщення і котангенс кута.

Питання 92.

Робота сили дорівнює нулю у випадку, коли сила по відношенню до переміщення тіла прикладена під прямим кутом, так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 93

Знайдіть відповідність між формулою визначення сили інерції тіла та видом його руху	
A. $\Phi = -ma$	1. Обертальний рух
B. $M_\Phi = -I_z \cdot \varepsilon$	2. Плоскопаралельний рух
C. $\Phi = -ma_c$; $M_\Phi = -I_z \cdot \varepsilon$.	3. Поступальний рух

Питання 94.

Чому дорівнює кінетична енергія механічної системи?	
	Сумі кінетичних енергій окремих точок механічної системи;
	Добутку маси системи на квадрат швидкості центра мас;
	Добутку маси на швидкість центра мас;
	Добутку маси системи на прискорення центра мас.

Питання 95.

Сили, які спрямовані під тупим кутом до напрямку руху здійснюють від'ємну роботу, так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 96.

Миттєвий центр швидкостей і прискорень при плоскопаралельному русі тіла співпадають, так чи ні?	
	Вірно
	Невірно

Питання 97.

Осьовий момент інерції тіла є мірою інерційних властивостей його обертального руху, так чи ні?	
	Так
	Ні

Питання 98

Нормальне прискорення точки тіла, яке обертається з кутовою швидкістю ω і кутовим прискоренням ε визначають за формулою $a_n = \omega \cdot R$, так чи ні?	
	Вірно
	Невірно

Питання 99

Знайдіть відповідність між формулою визначення кінетичної енергії тіла та видом його руху	
A. $T = \frac{mv^2}{2}$	1. Обертальний рух
B. $T = \frac{I_z \omega^2}{2}$	2. Плоскопаралельний рух
C. $T = \frac{mv^2}{2} + \frac{I_z \omega^2}{2}$	3. Поступальний рух

Питання 100.

Кінетичну енергію тіла при його обертанні навколо осі обчислюють за формулою $\frac{I_z \omega^2}{2}$, де I_z момент інерції тіла відносно осі обертання, ω кутова швидкість	
	Вірно
	Невірно

Питання 101

За принципом д'Аламбера всі сили, що діють на матеріальну точку при її нерівномірному русі, умовно зрівноважені...	
	силою опору
	реакціями
	силою інерції
	силою тертя

Питання 102

Визначте роботу сили $F=100 \text{ Н}$ при переміщенні тіла по гладкій горизонтальній поверхні на відстань $S=1 \text{ м.}$, якщо сила спрямована вздовж напрямку руху в сторону руху під кутом $\alpha=60^\circ$. (Напишіть числове значення, Дж)	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

6. Форми контролю.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з навчальної дисципліни «Теоретична механіка» здійснюють відповідно до кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Поточний контроль проводиться під час виконання практичних завдань, індивідуальної роботи студентів, контрольних і самостійних робіт для засвоєнням модуля (модульний контроль).

Підсумковий контроль – включає іспит з цієї навчальної дисципліни.

Кожен модуль може оцінюватись в умовних балах пропорційно обсягу часу, відведеному на засвоєння матеріалу цього модуля.

Курс складається із 2-х модулів у другому семестрі. Кожен модуль оцінюється в балах за 100-бальною шкалою, враховуючи результати засвоєння теоретичного та практичного навчального матеріалу за час аудиторних занять та самостійної роботи, виконання і захисту лабораторних і практичних робіт.

Максимальна розрахункова кількість балів, яку студент може набрати за кожен модуль, дорівнює 100. Наприкінці семестру, перед атестацією, викладач підраховує рейтинг студента з навчальної роботи $R_{нр}$ за семестр, враховуючи кількість модулів у семестрі, набрані студентом бали за кожен модуль, та кількість кредитів ECTS, яка відповідає кожному модулю.

Розрахунковий рейтинг з дисципліни $R_{дис}$ приймається за 100 балів. При цьому, рейтинг з навчальної роботи $R_{нр}$ дорівнює 70 балів, рейтинг з атестації $R_{ат}$ – 30 балів.

Студенти, які протягом навчального семестру набрали кількість балів, яка менша ніж 50% від розрахункового рейтингу з навчальної роботи $R_{нр}$ (менша мінімальної рейтингової оцінки, тобто 35 балів за семестр), зобов'язані до початку сесії підвищити його, інакше вони не допускаються до атестації і мають академічну заборгованість.

7. Розподіл балів, які отримують студенти.

Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 26.04.2023 р. протокол № 10 з табл. 1.

Оцінка національна	Визначення оцінки	Рейтинг студента, бали
Відмінно	ВІДМІННО – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100
Добре	ДУЖЕ ДОБРЕ – вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89
	ДОБРЕ – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81
Задовільно	ЗАДОВІЛЬНО – непогано, але зі значною кількістю недоліків	64 – 73

	ДОСТАТНЬО – виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63
Незадовільно	НЕЗАДОВІЛЬНО – потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку)	35 – 59
	НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота	01 – 34

8.

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{ат}}$.

8. Навчально-методичне забезпечення

1. Булгаков В.М., Калетнік Г.М., Гриник І.В., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка в прикладах і завданнях / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 348 с.
2. Булгаков В.М., Головач І.В. Теоретична механіка. Кінематика. Навчальний посібник і завдання для виконання розрахунково-графічних робіт. – К.: НАУ, 2002. – 181с.
3. Головач І.В., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка. Посібник для студентів очної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.100102 – Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва.– Київ: НАУ, 2009. – 279 с.
4. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Гриник І.В., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка: навч. посібник для практич. занять / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 576 с.
5. Литвинов О.І. Теоретична механіка. Динаміка. Методичні вказівки і індивідуальні завдання для студентів факультету МСГ і КД. – К.: НАУ, 2005. – 205 с.
6. Литвинов О.І., Черниш О.М. Теоретична механіка. Методичні вказівки і завдання для контрольних робіт студентів заочної форми навчання. Спеціальності: 6.091992 – Механізація сільського господарства, 6.090215 – Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва. – Київ: НАУ, 2008. – 60 с.
7. Пакети задач та тестів для поточного і підсумкового контролю / Укладач Черниш О.М.

9. Рекомендовані джерела інформації

Основна

1. Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Тіщенко Л.М., Черниш О.М., Яременко В.В. Теоретична механіка: підручник / за ред. акад. НААН В.М. Булгакова. – К.: Аграр. наука, 2014. – 560 с
2. Булгаков В.М., Васьков В.І., Литвинов О.І., Головач І.В., Войтюк Д.Г. Теоретична механіка. Курс лекцій. Частина І. – К.: Видавничий центр НАУ, 2003. – 368с.
3. Булгаков В.М., Васьков. В.І., Литвинов О.І та ін. Теоретична механіка. Частина ІІ. К., НАУ, 2004. – 342 с.
4. Павловський М.А. Теоретична механіка: підручник для студ. вузів. – 2-ге вид., стереотипне. – К.: Техніка, 2004. – 512 с.
5. Булгаков В.М., Литвинов О.І., Войтюк Д.Г. Інженерна механіка. Ч.І. Теоретична механіка. – Вінниця: Нова книга, 2006. – 504 с.

Допоміжна

1. Березова О.А., Друтляк Г.Е., Солодовников Р.В. Теоретическая механика. Сб. задач. – К.: Вища школа, 1990. – 400 с.
2. Каплунова А.В., Михайлівський В.А. та ін. Методика та приклади розв'язування задач з теоретичної механіки. – К.: Держсільгоспосвіта, 1991. – 365с.
3. Савин Г.Н., Путята Т.В., Фрадлин Б.Н. Теоретическая механика. – К.: Вища школа, 2001. – 359с.

10. Інформаційні ресурси

<http://www.nbu.gov.ua/>

<http://www.gntb.gov.ua/ua/>

<http://www.tib.uni-hannover.de/>

<http://www.bookshop.ua/>

<http://www.twirpx.com/file/1237840/>

<http://www.twirpx.com/file/1237844/>

<http://www.twirpx.com/file/1237861/>

<http://www.twirpx.com/file/1237877/>