Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем
(№ 202)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Гарант освітньої програми

(підпис) (ініціали та прізвище)

«30» 08 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 15 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та найменування спеціальності)

Освітньо-професійна програма: «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: короткий цикл (молодший бакалавр)

Харків 2021 рік

Робоча програма дисципліни «ОСНОВИ ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ»
(назва дисципліни)
для студентів за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»
освітньо-професійною програмою «Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»

22 червня 2021 р, 12 с.

Розробник: Руденко Н.В., доцент, к.т.н., доцент каф. 202 _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Косенко О.В., асистент каф. 202 _____
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем
(назва кафедри)

Протокол № 11 від « 30 » червня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____ О.О. Баранов
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="10">Галузі знань
13 «Механічна інженерія»
(шифр та найменування)

Спеціальність
131 «Прикладна механіка»
(код та найменування)

Освітньо-професійна програма
«Роботомеханічні системи і логістичні комплекси»,
(найменування)

Рівень вищої освіти:
початковий рівень (короткий цикл)</td><td>Обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 1</td><td>Навчальний рік</td></tr>
<tr><td>Кількість змістовних модулів – 2</td><td>2021/2022</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Індивідуальне завдання: проведення аналізу кінематичних пар</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>2-й</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин – 48/120</td><td>Лекції 1)</td></tr>
<tr><td>24 годин</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3
самостійної роботи студента – 4,5</td><td>Практичні, семінарські1)</td></tr>
<tr><td>24 годин</td></tr>
<tr><td>Лабораторні 1)</td></tr>
<tr><td>0 годин</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>72 годин</td></tr>
<tr><td>Вид контролю</td></tr>
<tr><td>модульний контроль
іспит</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – (48/72) = 0,667.

[1)] Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: ознайомлення з особливостями структури маніпуляторів, методами дослідження маніпуляторів та розрахунками основних їх геометричних характеристик, загальними положеннями та принципами проектування та конструювання механізмів та їх вузлів.

Завдання: вивчення основних кінематичних співвідношень, які дозволяють вирішити задачі положення та керування маніпуляторами; вивчення основних положень стосовно динаміки маніпуляційних механізмів, математичних моделей руху та методик їх аналізу; будування моделей механічних систем роботів та моделей, пов'язаних з рішенням задач керування роботами за допомогою сучасних методів проектування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні:

- ЗК2 – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ЗК3 – вміння виявляти, ставити та розв'язувати задачі;
- ЗК4 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК6 – визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Фахові:

- ФК1 – здатність аналізу конструкцій на основі фундаментальних принципів механіки, а також на основі відповідних математичних методів;
- ФК2 – здатність робити оцінки параметрів працездатності матеріалів, конструкцій і машин та знаходити рішення для забезпечення заданого рівня працездатності конструкцій у повністю визначених умовах;
- ФК5 – здатність розуміти та уміло використовувати аналітичні та чисельні методи математики для розв'язання задач прикладної механіки.

Програмні результати навчання – в результаті засвоєння курсу «Основи прикладної механіки»:

- ПРН2– використовувати методи фізичного абстрагування та моделювання при описі механічних систем;
- ПРН3 – знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків;
- ПРН7 – застосовувати основні принципи проектування та керування маніпуляційних механізмів, обирати метод для рішення конкретної прикладної задачі кінематики або динаміки механізмів.

Міждисциплінарні зв'язки: вивчення курсу «Основи прикладної механіки» базується на загальних знаннях з таких дисциплін як «Елементарна математика» і «Фізика» та є базою для вивчення курсу «Вступ до фаху» та «Теоретична механіка».

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Статика.

Тема 1. Основні поняття та аксіоми статики.

Вступ у статику. Основні поняття та визначення. Класифікація сил. Аксіоми статики.

Тема 2. Система збіжних сил

Система збіжних сил. Способи визначення рівнодійної системи збіжних сил. Геометричні та аналітичні умови рівноваги системи збіжних сил.

Тема 3. Плоска система паралельних сил і момент сили. Плоска система пар сил

Додавання сил. Момент сили відносно точки. Пара сил і момент пари. Основні властивості пари. Еквівалентні пари. Теорема про складання пар. Умова рівноваги плоскої системи пар. Опори і опорні реакції балок.

Тема 4. Плоска система довільно розташованих сил

Лемма про паралельне перенесення сили. приведення плоскої системи довільно розташованих сил до даного центру. Властивості головного вектора і головного моменту. різні випадки приведення плоскої системи довільно розташованих сил. Аналітичні умови рівноваги плоскої системи довільно розташованих сил.

Тема 5. Центр ваги

Центр паралельних сил. Визначення положення центра ваги. Методи знаходження центру ваги. Положення центра ваги деяких фігур.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Кінематика. Опір матеріалів

Тема 6. Кінематика точки

Основні поняття кінематики. Основні визначення теорії механізмів і машин. Способи завдання руху точки. Швидкості точки. Прискорення точки в прямолінійній і криволінійній русі. Формули і графіки руху точки. Теореми про проекціях швидкості і прискорення на координатну вісь.

Тема 7. Найпростіший рух твердого тіла

Поступальний рух. Обертання навколо нерухомої осі. Різні види обертального руху. Порівняння формул кінематики для поступального і обертального рухів. Перетворення обертальних рухів.

Тема 8. Геометричні характеристики плоских перерізів

Статичний момент площі. Полярний момент інерції. Осьової момент інерції. Момент інерції при паралельному перенесенні осей. Головні осі і головні моменти інерції.

Тема 9. Основні положення

Вихідні поняття. Основні гіпотези і припущення. Види навантажень і основних деформацій. Метод перерізів. Напруги.

Тема 10. Розтягування і стиснення. Зрушення (зріз)

Напруги і деформації при розтягуванні і стисненні. Закон Гука при розтягуванні і стисненні. Поперечна деформація при розтягуванні і стисненні. Діаграма розтягування низьковуглецевої сталі. Потенційна енергія деформації при розтягуванні. Розрахункова формула при розтягуванні і стисненні. Розтягування під дією власної ваги. Зім'яття. Напруження при зрушенні. Деформація і закон Гука при зсуві. Закон парності дотичних напружень. Напруження при розтягуванні. Головні напруги.

Тема 11. Крутіння

Поняття про кручення. Епюри. Напруга і деформація при крученні. Розрахункові формули на міцність і жорсткість при крученні. Потенційна енергія. Розрахунок циліндричних гвинтових пружин.

Тема 12. Вигин

Поняття і чистому вигині. Згинальний момент і поперечна сила. Епюри. Нормальні напруги. Розрахункова формула. Дотичні напруження. Пружна лінія. Косий вигин.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Статика.					
Тема 1. Основні поняття та аксіоми статики. Тема 2. Система збіжних сил	13	2	2		9
Тема 3. Плоска система паралельних сил і момент сили. Плоска система пар сил	13	2	2		9
Тема 4. Плоска система довільно розташованих сил	15	4	2		9

Тема 5. Центр ваги	13	2	2		9
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 1	56	12	8		36
Змістовний модуль 2. Кінематика. Опір матеріалів					
Тема 6. Кінематика точки Тема 7. Найпростіший рух твердого тіла Тема 8. Геометричні характеристики плоских перерізів	26	2	4		20
Тема 9. Основні положення	11	2	4		5
Тема 10. Розтягування і стиснення. Зрушення (зріз)	13	4	4		5
Тема 11. Крутіння Тема 12. Вигин	12	2	4		6
Модульний контроль	2	2			
Разом за змістовним модулем 2	64	12	16		36
Усього годин	120	24	24		72

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сила як вектор. Складання і розкладання сил. Система збіжних сил. Приклад розв’язування задачі на систему збіжних сил в математичному пакеті Mathcad.	2
2	Момент сил відносно точки та відносно осі. Рівновага плоскої системи сил. Визначення реакцій опор твердого тіла. Приклад розв’язування задачі на систему сил, розташованих на площині, в математичному пакеті Mathcad.	2
3	Рівновага плоскої системи сил. Визначення реакцій опор твердого тіла. Зведення довільної плоскої системи сил до найпростішого виду. Приклад розв’язування задачі на рівновагу плоскої системи сил в математичному пакеті Mathcad.	2
4	Рівновага просторової системи сил. Визначення реакцій опор твердого тіла. Зведення довільної системи сил до найпростішого виду. Приклад розв’язування задачі на	2

	рівновагу просторової системи сил матричним методом в математичному пакеті Mathcad	
5	Кінематика точки. Дослідження кінематики точки в математичному пакеті Mathcad. Побудова анімації руху точки.	2
6	Кінематика найпростіших рухів твердого тіла.	2
7	Плоский рух твердого тіла. Дослідження кінематики плоского важільного механізму за допомогою математичного пакету Mathcad.	2
8	Складний рух точки.	2
9	Динаміка матеріальної точки в інерційній системі відліку. Динаміка відносно руху матеріальної точки. Дослідження динаміки точки в математичному пакеті Mathcad.	2
10	Теорема про кількість руху. Теорема про момент кількості руху.	2
11	Теорема про зміну кінетичної енергії. Дослідження динаміки системи матеріальних точок в математичному пакеті Mathcad.	2
12	Динаміка простих рухів твердого тіла.	2
	Разом	24

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Теорема про три непаралельні сили, що знаходяться в рівновазі. Висновки з теореми. Геометричний спосіб при розв’язуванні задач на рівновагу системи трьох сил, розташованих на площині.	4
2	Векторні та осьові моменти сили, зв'язок між ними. Способи обчислення. Плоска система довільно розміщених сил. Три види рівняння рівноваги.	4
3	Рівняння рівноваги сил довільно розташованих в просторі. Зведення довільної системи сил до найпростішого виду.	4
4	Методи рішення задач на рівновагу просторової системи сил.	4
5	Способи завдання руху точки. Траєкторія, шлях, відстань.	4

	Швидкість. Прискорення.	
6	Кінематика найпростіших рухів твердого тіла. Вектори кінематики обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.	4
7	Плоский рух твердого тіла. Розв'язування задач визначення швидкостей, прискорень точок і ланок плоских важільних механізмів.	4
8	Складний рух точки. Розв'язування задач.	4
9	Основні поняття структури механізмів. Групи Ассура III і IV класів.	5
10	Побудова функції положення механізму аналітичним методом. Поняття передаточних функцій механізму.	5
11	Геометричні властивості планів швидкостей і прискорень плоских важільних механізмів.	5
12	Аксіоми динаміки. Дві задачі динаміки точки в інерційній системі відліку. Динаміка відносного руху матеріальної точки	5
13	Теорема про кількість руху. Закон змінення кількості руху матеріальної системи в інерційній та неінерційний системах відліку.	5
14	Теорема про момент кількості руху. Закон змінення моменту кількості руху матеріальної системи в інерційній та Кеніговій системах відліку.	5
15	Теореми про зміну кінетичної енергії матеріальної точки і системи.	5
16	Динаміка простих рухів твердого тіла.	5
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

Проведення аналізу кінематичних пар.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальних консультацій (при необхідності) і самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення контролю участі у лекціях та виконання практичних завдань. Проведення поточного модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0…1	0…6	0…6
Робота на практичних заняттях	0…2	0…6	0…12
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0…1	0…6	0…6
Робота на практичних заняттях	0…2	0…6	0…12
Модульний контроль	0…15	1	0…15
Розрахункова робота			
РР	-	-	0…34
Всього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування. При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з одного теоретичного запитання з максимальною кількістю 20 балів і двох практичних завдань з максимальною кількістю 40 балів за кожне питання (сума – 100 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

1) основні поняття та визначення статики;
2) сила, система сил та класифікація сил;
3) способи визначення рівнодійної системи сил;
4) геометричні та аналітичні умови рівноваги системи сил;
5) означення моменту сили відносно точки і відносно осі;
6) пара сил та момент пари сил;
7) в’язі і їх реакції;
8) основна теорема статики;
9) способи задання руху точки;
10) швидкість і прискорення точки;
11) поступальний рух твердого тіла;
12) обертальний рух тіла навколо нерухомої осі;
13) плоский рух твердого тіла;

14) швидкості точок тіла при плоскому русі;
15) прискорення точок тіла при плоскому русі;
16) абсолютний, відносний і переносний рухи точки.

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки:
1) визначати проекції сили на задані осі;
2) визначати момент сили відносно точки та осі;
3) виконувати зведення плоскої системи сил до простішого вигляду;
4) визначати опорні реакції плоскої балки;
5) визначати швидкість і прискорення заданого руху точки;
6) визначати швидкість і прискорення точок твердого тіла, яке рухається поступово;
7) визначати швидкість і прискорення точок твердого тіла, яке обертається навколо нерухомої осі;
8) визначати швидкість і прискорення заданої точки твердого тіла при його плоскому русі.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру:

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Самостійно виконати будь-які 5 завдання виданих на практичних заняттях. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 10 балів. Бути присутнім не менше ніж на половині лекцій і практичних занять.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум. Самостійно виконати будь-які 6 завдання виданих на практичних заняттях. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 12 балів. Бути присутнім не менше ніж на 70% лекцій і практичних занять.

Відмінно (90-100). Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Самостійно виконати 7 завдання виданих на практичних заняттях. Написати кожен модульний контроль не менше ніж на 14 балів. Бути присутнім не менше ніж на 90% лекцій і практичних занять.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Теоретична механіка. Кінематика : навч. посіб. / С. В. Спренне, І. П. Бойчук, І. І. Марунько ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2012. - 63 с .

http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Sprenne_Teoretichna_Mehanika.pdf.
2. Динаміка механізмів : навч. посіб. / В. О. Меньшиков, В. В. Усик ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2016. - 88 с. - 978-966-662-479-9.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Menshukov_Dunamika_Mehanizmov.pdf.
3. Курс теорії механізмів і машин : навч. посіб. / В. В. Усік, В. О. Меньшиков ; М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т". - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2019. - 320 с. - 978-966-662-678-6 . - 111,85
http://library.khai.edu/library/fulltexts/Knigi/Usik_Kurs_Teoriyi.pdf.

14. Рекомендована література

Базова

1. Прикладна механіка : підручник : гриф МОН України / Е. М. Гуліда, Л. Ф. Дзюба, І. М. Ольховий ; за ред. Е.М. Гуліда. - Львів. - Світ, 2007. - 384 с. - 978-966-603-468-0 . - 28,56.
2. Прикладна механіка : гриф МОН Украины , Ч. 1 : завдання та тести (питання). - К. - Генеза, 1993. - 144 с . - 5,00
3. Прикладна механіка : гриф МОН Украины , Ч. 2 : завдання та тести (питання). - К. - Генеза, 1993. - 402 с . - 5,00.
4. Альбом з теоретичної механіки : навч. - наоч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. : гриф МОН України , Ч. 1 : Статика. Кінематика / В. І. Векерик, І. В. Кузьо, І. П. Смерека, К. Г. Левчук [та др.] ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т", Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ. - Симфонія форте, 2008. - 80 с. - 978-611-7009-02-0 . - 90,00.
5. Альбом з теоретичної механіки : навч. - наоч. посіб.: гриф МОН України , Ч. 2 : Динаміка / В. І. Векерик, І. В. Кузьо, І. П. Смерека, Л. М. Рижков [та др.] ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т", Івано - Франк. нац. техн. ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ. - ІФНТУНГ, 2012. - 57 с. - 966-694-046-9 . - 90,00.
6. Теоретична механіка : підруч. для студентів вищ. навч. техн. закл. : гриф МОН України / І. В. Кузьо, Я. А. Зінько, Т. -Н. М. Ванькович, В. І. Векерик [та др.]. - Харків. - Фоліо, 2017. - 780 с. - 978-966-03-7312-9 . - 300,00
7. Теоретична механіка : навч. посіб.: гриф МОН України / В. М. Булгаков, Г. М. Калетнік, І. Є. Кравченко, С. І. Кучеренко [та др.] ; М-во освіти і науки України; за ред. В.М. Булгакова, С.І. Кучеренка. - К. - Хай-Тек Прес, 2011. - 608 с. - 978-966-2143-57-7 . - 60,00
8. Теоретична механіка : динаміка точки, тіла і матеріальної системи / В. М. Булгаков, В. С. Лукач, І. В. Головач, О. І. Литвинов ; Кабінет міністрів України, Нац. аграрний ун-т . - 3-тє вид., перероб. і доп. - Ніжин. - Міланік, 2007. - 367 с. - 978-966-96794-5-1 . - 35,00.
9. Динамічний синтез та аналіз авіаційних механізмів з використанням ЕОМ. Силовий розрахунок : навч. посіб. / І. Шебанов. - Х. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2003. - 47 с . - http://library.khai.edu/library/fulltexts/
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2004/Dinamichnij%20sintez%20ta%20analiz%20aviacijnih%20mehanizmiv%20z%20vikoristannjam%20EOM.%20Silovij%20rozrahunok.pdf

Допоміжна

1. Техническая механика. Кинематический анализ плоских рычажных механизмов : учеб. пособие для самостоят. работы студентов / О. Ю. Кладова, С. Н. Кавецкий, В. Н. Павленко ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Х. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2005. - 36 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Kladova_Tehnicheskaya_Mehanika.pdf
2. Теоретическая механика. Статика : учеб. пособие / В. А. Ойкин ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2009. - 94 с.

http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2009/Teoreticheskaja%20mehanika.%20Statika.pdf
3. Теоретическая механика. Динамика : учеб. пособие / Л. А. Фомичева, А. Г. Нарыжный, С. И. Пшеничных ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2008. - 91 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/m2008/Teoreticheskaja%20mehanika.%20Dinamika.pdf
4. Техническая механика. Статика : учеб. пособие для самостоят. работы студентов / В. Н. Павленко, С. Н. Кавецкий, О. Ю. Кладова ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2005. - 100 с.
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Pavlenko_Teh_Meh.PDF.
5. Теория механизмов и машин в пакете Mathcad : учеб. пособие по практ. занятиям , Ч. 1 : Плоские рычажные механизмы / А. В. Шехов, О. Ю. Кладова ; М-во образования и науки Украины, Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т". - Харьков. - Нац. аэрокосм. ун-т им. Н. Е. Жуковского "Харьк. авиац. ин-т", 2019. - 152 с. - 978-966-662-694-6
http://library.khai.edu/library/fulltexts/metod/Shehov_Teoriya.pdf

15. Інформаційні ресурси

https://education.khai.edu/department/202
https://k202.tilda.ws/