

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/МБ/ ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 1</i>

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною
радою Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол №5 від 22 версеня 2021 р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для самостійної роботи студентів
з навчальної дисципліни

«ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня
«молодший бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Гірництво»
факультет комп'ютерно-інтегрованих
технологій, мехатроніки і робототехніки
кафедра механічної інженерії

Робочу програму схвалено
на засіданні кафедри
механічної інженерії
протокол від «28» серпня
2021 р. № 7
Завідувач кафедри
механічної інженерії
_____ О.Л. Мельник

Розробник: к.т.н., доцент кафедри «Механічна інженерія»
Шостачук А.М.
Житомир 2021

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 2</i>

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Прикладна механіка» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «молодший бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво». – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2021. – 27 с.

Розробник:

Шостачук Андрій Миколайович, к.т.н., доц., доцент кафедри механічної інженерії

Рецензенти:

к.т.н., доцент кафедри механічної інженерії Ночвай В.М.
старший викладач кафедри автомобілів і транспортних технологій Можаровський М.М.

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри механічної інженерії.
Протокол від «28» серпня 2021 р. № 7

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 3</i>

Зміст

Теми для самостійного вивчення.....	4
Задачі для самостійної роботи.....	7
Задача 1. Визначення реакцій в'язей конструкції.....	7
Задача 2. Кінематика твердого тіла.....	10
Задача 3. Побудова епюр при розтягу-стиску.....	12
Задача 4. Розрахунок двохопорної балки на згин.....	15
Задача 5. Структурний аналіз плоских важільних механізмів.....	17
Задача 6. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів методом планів.....	18
Задача 7. Зубчасті механізми з рухомими та нерухомими осями.....	20
Контрольні питання.....	23
Література.....	26

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 4</i>

Теми для самостійного вивчення

Тема 1. Основні поняття, аксіоми. Система збіжних та система паралельних сил. Умови рівноваги. Вектор-момент сили. Пара сил. Довільна плоска система сил. Розподілені сили.

Тема 2. Траєкторія, швидкість та прискорення матеріальної точки. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Миттєвий центр швидкостей.

Тема 3. Динаміка матеріальної точки. Вільні коливання. Характеристики коливальних процесів. Затухаючі та вимушені коливання. Сили інерції.

Тема 4. Кількість руху та кінетичний момент твердого тіла. Робота і потужність. Кінетична енергія твердого тіла. Теорема про зміну кінетичної енергії.

Тема 5. Силове поле. Потенціальне силове поле. Закон збереження механічної енергії. Центр мас системи. Теорема про рух центра мас.

Тема 6. Принцип Даламбера. Принцип можливих переміщень. Рівняння Лагранжа 2-го роду.

Тема 7. Основні поняття опору матеріалів. Гіпотези. Сили зовнішні та внутрішні. Зусилля і напруження в перерізах стержня.

Тема 8. Напруження і деформації при розтягу-стиску. Допустимі напруження і розрахунки на міцність.

Тема 9. Чистий зсув. Розрахунки на зріз і зминання. Геометричні характеристики плоских перерізів. Деформації і напруження при крученні стержнів круглого перерізу.

Тема 10. Згин. Побудова епюр поперечних сил і згинальних моментів. Нормальні і дотичні напруження при згині.

Тема 11. Основні визначення. Класифікація кінетичних пар. Ступінь рухомості механізму. Структурні групи. Структурний аналіз плоского важільного механізму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 5</i>

Тема 12. Графічні та графоаналітичні методи дослідження кінематичних характеристик. Метод кінематичних діаграм. Метод засічок. Плани швидкостей і прискорень плоского важільного механізму.

Тема 13. Зведені характеристики механізму. Сили, які діють на механізм. Силовий розрахунок механізмів без урахування сил тертя. Теорема Жуковського про жорсткий важіль.

Тема 14. Геометрія зубчастого зачеплення. Зубчасті передачі. Критерії роботоздатності та розрахунок циліндричних зубчастих передач. Конічні та черв'ячні передачі.

Тема 15. Пасові та ланцюгові передачі. Проектування та вибір елементів пасових передач. Проектування та вибір елементів ланцюгових передач.

Тема 16. Кулачкові механізми та їх класифікація. Фазові кути та кут тиску. Сили, які діють в кулачковому механізмі. Синтез кулачкового механізму.

Тема 17. Розрахунок валів на статичну міцність і втому. Розрахунок осей і валів на жорсткість. Класифікація та матеріали підшипників кочення. Підбір та розрахунок підшипників кочення.

Тема 18. Розрахунок з'єднань. Різьбові з'єднання. Шпонкові та зубчасті з'єднання. Заклепкові, зварні з'єднання. Фрикційні з'єднання.

Тема 19. Муфти та пружини. Класифікація, вибір та розрахунок муфт. Конструкції пружин та матеріали для їх виготовлення. Розрахунок гвинтових та спіральних пружин.

Тема 20. Допуски та посадки. Поняття взаємозамінюваності та стандартизації. Шорсткість поверхні. Розрахунок механізмів на точність. Види помилок. Методи визначення помилок механізму.

Тематика задач для самостійного розв'язання

1. Знаходження реакцій опор балки, на яку діє плоска система довільно розташованих сил.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 6</i>

2. Знаходження швидкостей та прискорень твердого тіла при плоскому русі.

3. Знаходження абсолютних швидкості та прискорення матеріальної точки при її складному русі.

4. Перша та друга задачі динаміки матеріальної точки.

5. Структурний аналіз плоских важільних механізмів.

6. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів графічним, аналітичним та графо-аналітичним методом.

7. Зрівноваження механізмів.

8. Побудова епюр внутрішніх сил.

9. Проектний та перевірний розрахунок балки при розтягу-стиску.

10. Проектний та перевірний розрахунок круглого вала при крученні.

11. Проектний та перевірний розрахунок балки при згині.

12. Розрахунок зубчастих передач на згин та контактну міцність.

13. Розрахунок шпонкових та заклепкових з'єднань.

14. Розрахунок зварних з'єднань.

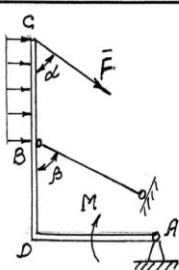
15. Розрахунок болтових з'єднань.

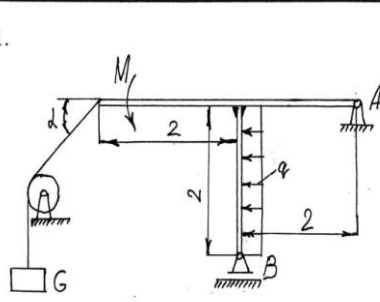
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 7

Задачі для самостійної роботи

Задача 1. Визначення реакцій в'язей конструкції.

Визначити реакції шарнірно-рухомої та шарнірно-нерухомої опор балки, на яку діє плоска система довільно розташованих сил.

<p>1.</p> 	<p>Визначити реакції в'язей конструкції, якщо $q=100 \text{ Н/м}$, $M=200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $\alpha=45^\circ$, $\beta=60^\circ$, $AD=DB=BC=0,4 \text{ м}$.</p>
---	--

<p>1.</p> 	<p>Визначити реакції в'язей конструкції, якщо $q=2,5 \text{ кН/м}$, $G=5 \text{ кН}$, $M=8 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $\alpha=60^\circ$.</p>
--	---

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 8

1.

Визначити реакції жорсткої опори консольної балки, якщо $q=140 \text{ Н/м}$, $P=100 \text{ Н}$, $M=150 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $CB=AD=2BD=0,3 \text{ м}$.

1.

Визначити реакції опор балки, якщо $q=100 \text{ Н/м}$, $M=200 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $Q=50 \text{ Н}$, $AB=BC=CD=0,4 \text{ м}$.

1.

Визначити реакції в'язей конструкції, якщо $q=2 \text{ кН/м}$, $M=4 \text{ кН}\cdot\text{м}$, $G=4 \text{ кН}$, $d=30^\circ$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 9

<p>1.</p>	<p>Визначити реакції в'язей конструкції, яка знаходиться під дією момента $M=40$ Н м і сила $F=30$ Н, $Q=80$ Н, $AC=CB=BE$</p>
-----------	--

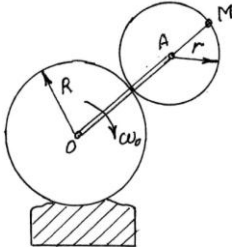
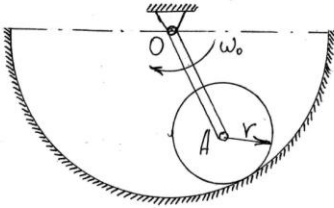
<p>1.</p>	<p>Визначити реакції опор твердого тіла, якщо $q=1$ кН/м, $P=5$ кН, $M=20$ кН·м, $\alpha=30^\circ$, і $BC=0,5AB=2$ м.</p>
-----------	--

<p>1.</p>	<p>Визначити реакції опор твердого тіла, якщо $q=4$ кН/м, $P=6$ кН, $M=2$ кН·м, $\alpha=30^\circ$.</p>
-----------	--

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арку 27 / 10

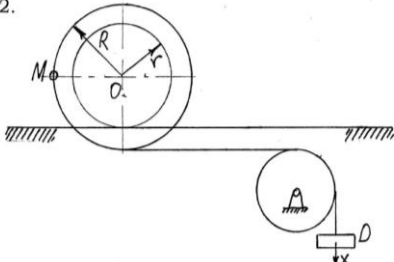
Задача 2. Кінематика твердого тіла.

Використовуючи визначення та властивості миттєвого центру швидкостей, визначити лінійні та кутові швидкості точок твердого тіла в його плоско-паралельному русі.

<p>2.</p> 	<p>Знайти швидкість точки М рухомої шестерні радіуса $r = 10$ см, що котиться по нерухомій шестерні радіуса $R = 2r$. Менша шестерня приводиться в рух кривошипом, який обертається рівномірно з кутовою швидкістю $\omega_0 = 2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$.</p>
<p>2.</p> 	<p>Кривошип $OA = 0,5$ м обертається навколо точки O з кутовою швидкістю $\omega_0 = 2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ і приводить в рух шестерню, що котиться по кільцевій опорі. Визначити кутову швидкість рухомої шестерні, якщо $r = 0,2$ м.</p>

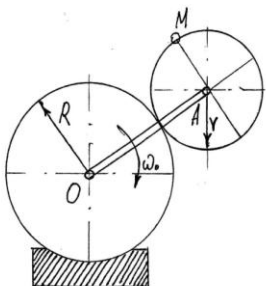
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 11

2.



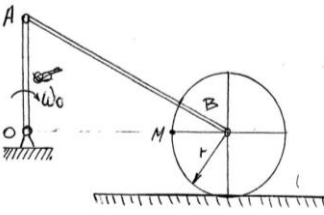
Знайти швидкості точок O і M колеса, якщо тягар D рухається по закону : $x=4t$ м і $r = 0,1$ м, $R=0,4$ м.

2.



Знайти швидкість точки M рухомої шестерні радіуса $r=20$ см, що котиться по нерухомій шестерні радіуса $R=25$ см. Менша шестерня приводиться в рух кривошипом, який обертається рівномірно з кутовою швидкістю $\omega_0=4$ рад/с.

2.



Знайти швидкість точки M колеса в положенні механізму, вказаному на рисунку, якщо $OA=0,3$ м, $r = 0,2$ м, $\omega_0=2$ рад/с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арку 27 / 12

2.		<p>Катушка радіуса $R=0,4$ м котиться по горизонтальній площині без ковзання. На середній циліндричній частині катушки намотана нитка, кінець В якої має швидкість $v=1$ м/с і $r=0,1$ м. Визначити напрям і величину швидкості точки М катушки.</p>
----	--	---

2.		<p>Знайти кутову швидкість рухомої шестерні радіуса $r = 15$ см, що котиться по нерухомій шестерні радіуса $R = 15$ см. Шестерня А приводиться в рух кривошипом, який обертається рівномірно з кутовою швидкістю $\omega_0 = 6$ рад/с.</p>
----	--	---

2.		<p>Знайти швидкість точки М колеса в положенні механізму, вказаному на рисунку, якщо $OA=1,5r=0,45$ м, $\omega_0=2c$ рад/с.</p>
----	--	---

Задача 3. Побудова епюр при розтягу-стиску

Побудувати епюру внутрішніх зусиль бруса, навантаженого повздовжніми силами.

Основні правила побудови епюр.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 13

1. Вісь епюри проводять паралельно поздовжній осі бруса. Якщо вісь бруса криволінійна, то криволінійна і вісь епюри.
2. Значення внутрішнього силового фактора, який діє в даному поперечному перерізі бруса, відкладають у масштабі по нормалі до осі епюри, в точці осі епюри, що відповідає цьому поперечному перерізу.
3. Епюра повинна мати назву внутрішнього силового фактора, одиницю вимірювання, знаки, цифрові значення в характерних точках.

Перед побудовою епюр брус необхідно розбити на ділянки, на яких значення внутрішніх силових факторів можна подати у вигляді нерозривних функцій.

Межами ділянок є перерізи,

- в яких прикладено зосереджені зовнішні зусилля (в тому числі й опорні реакції);
- що є межами дії розподіленого навантаження;
- в яких змінюються площа або форма поперечного перерізу бруса;
- в яких змінюється матеріал бруса.

Задача 3.1.
Дано:
 $F_1 = 40\text{кН}, F_2 = 20\text{кН},$
 $A_1 = A_3 = 4\text{см}^2, A_2 = 2\text{см}^2.$
Визначити:
 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \left(\text{МПа}, \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$
 $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_{\text{заг}}, \text{(мм)}$
Модуль Юнга прийняти:
 $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}.$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Аркуш 27 / 14

	<p>Задача 3.2. Дано: $F_1 = 40\text{кН}, F_2 = 20\text{кН},$ $A_1 = 1\text{см}^2, A_3 = 4\text{см}^2,$ $A_2 = 2\text{см}^2.$ Визначити: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$ $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_{\text{заг}}, \text{(мм)}$ Модуль Юнга прийняти: $E = 2 \cdot 10^5 \text{МПа}.$</p>
	<p>Задача 3.3. Дано: $F_1 = 40\text{кН}, F_2 = 20\text{кН},$ $A_1 = 1\text{см}^2, A_3 = 4\text{см}^2,$ $A_2 = 2\text{см}^2.$ Визначити: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$ $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_{\text{заг}}, \text{(мм)}$ Модуль Юнга прийняти: $E = 1 \cdot 10^5 \text{МПа}.$</p>
	<p>Задача 3.4. Дано: $F_1 = 20\text{кН}, F_2 = 50\text{кН},$ $A_1 = A_3 = 4\text{см}^2, A_2 = 2\text{см}^2.$ Визначити: $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \left(\frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}\right)$ $\Delta l_1, \Delta l_2, \Delta l_3, \Delta l_{\text{заг}}, \text{(мм)}$ Модуль Юнга прийняти: $E = 1 \cdot 10^5 \text{МПа}.$</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 15

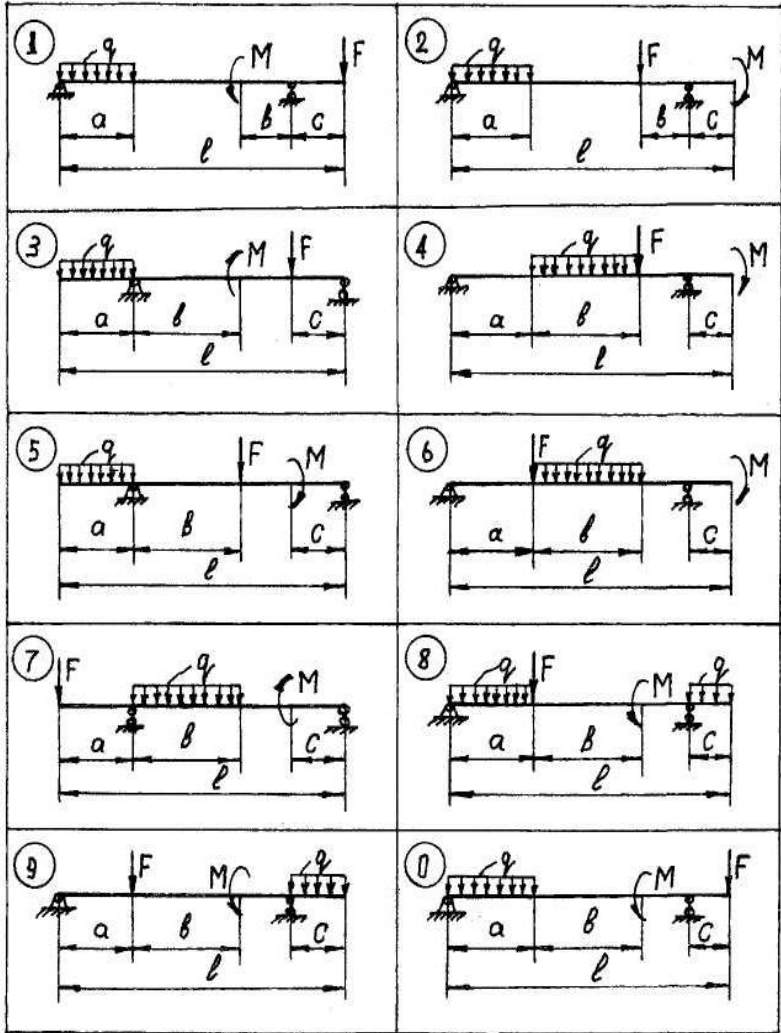
Задача 4. Розрахунок двохопорної балки на згин

Для заданої схеми балки (рис. 3) потрібно побудувати епюру поперечних сил і епюру згинальних моментів, знайти максимальний згинальний момент і по ньому підібрати сталю двохопорну балку круглого поперечного перерізу

Допустиме напруження на згин прийняти $[\sigma] = 150$ МПа.

№ з/п	Задані величини						
	$a, м$	$b, м$	$c, м$	$l, м$	$M, кН\cdot м$	$F, кН$	$q, кН/м$
1	2,0	3,2	1,8	10	7	20	22
2	2,2	3,4	1,9	10	7	19	21
3	2,4	3,6	2,0	11	8	18	20
4	2,6	3,8	2,1	11	8	16	19
5	2,8	4,0	2,2	12	9	15	18
6	3,0	4,2	2,3	12	9	14	17
7	3,2	4,4	2,4	13	10	13	16
8	3,4	4,6	2,5	13	10	12	15
9	3,6	4,8	2,6	14	11	11	14
0	3,8	5,0	2,7	14	11	10	13

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 16



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 17

Задача 5. Структурний аналіз плоских важільних механізмів

Виконати структурний аналіз плоских важільних механізмів, зображених на наведених нижче рисунках №5.1-5.8 за наступним алгоритмом:

- 1) пронумерувати, де необхідно, рухомі і нерухомі ланки;
- 2) вказати всі кінематичні пари та їх класи;
- 3) визначити ступінь рухомості механізму за формулою Чебишова;
- 4) розбити механізм на структурні групи та механізм 1-го класу;
- 5) написати формулу будови механізму;
- 6) побудувати структурну схему механізму, виділивши на ній механізм 1-го класу та структурні групи;
- 7) виконати п.п. 4-6, вибравши в якості вхідної іншу ланку.

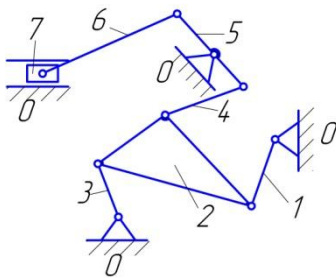


Рис. 5.1

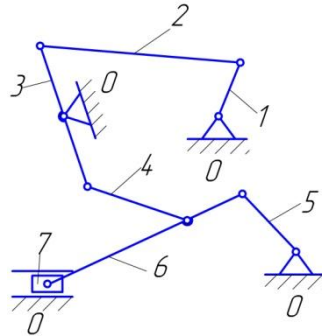


Рис. 5.2

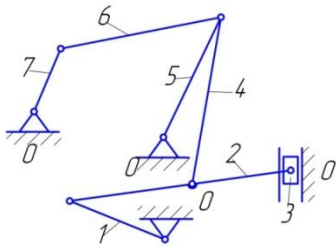


Рис. 5.3

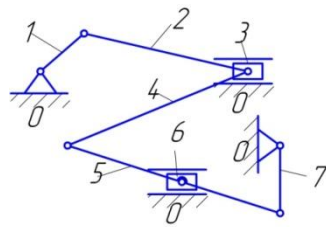


Рис. 5.4

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 18

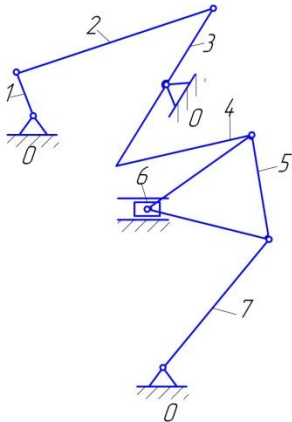


Рис. 5.5

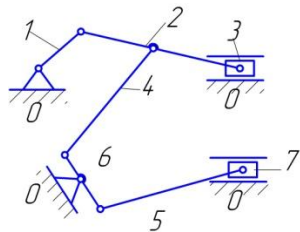


Рис. 5.6

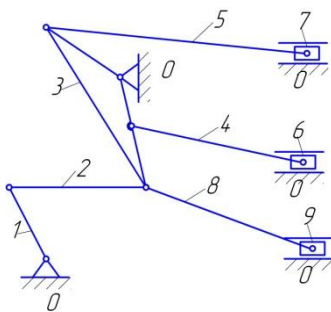


Рис. 5.7

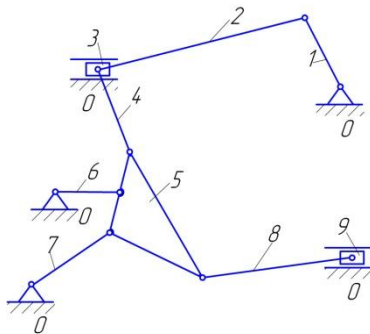


Рис. 5.8

Задача 6. Кінематичний аналіз плоских важільних механізмів методом планів

Побудувати плани швидкостей і прискорень характерних точок ланок механізму, визначити кутові швидкості та кутові прискорення ланок, напрямки вказати на схемі механізму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 19

(Прийняти: довжина кривошипа $l_{OA} = 0,2$ м; кутова швидкість кривошипа $\omega_1 = 1$ м/с²; кутове прискорення кривошипа $\varepsilon_1 = 2$ с⁻²).

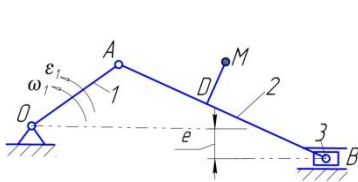


Рис. 6.1

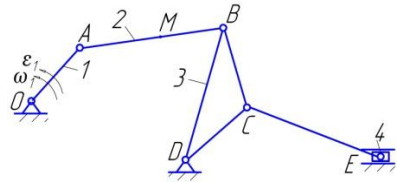


Рис. 6.2

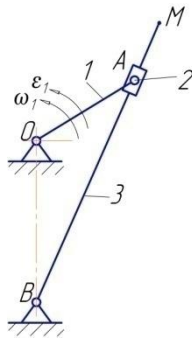


Рис. 6.3

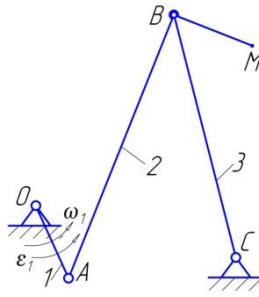


Рис. 6.4

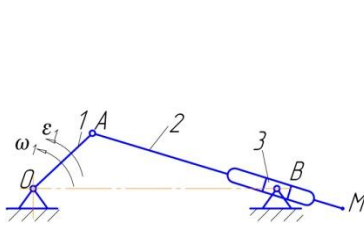


Рис. 6.5

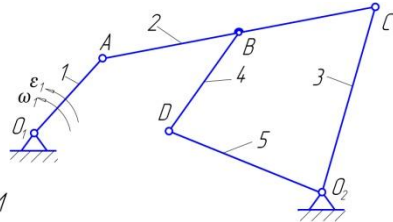


Рис. 6.6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 20

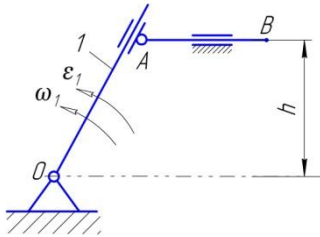


Рис. 6.7

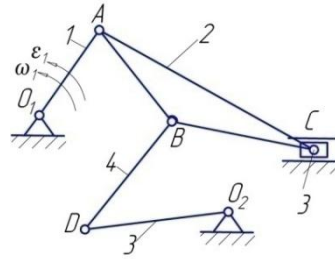


Рис. 6.8

Задача 7. Зубчасті механізми з рухомими та нерухомими осями.

Виконати синтез та аналіз зубчастих механізмів за наступним алгоритмом:

1. Вибрати числа зубців зубчастих коліс планетарного механізму, зображеного на рис.7.3, якщо передавальне число $i_{1,H}^{(3)} =$

а) 7,5;

б) 11.

2. Використовуючи наведені нижче схеми плоских зубчастих механізмів та вихідними даними до цих задач, необхідно, знайшовши попередньо ступінь вільності механізму:

2.1. аналітичним способом обчислити передавальні відношення;

2.2. обчислити діаметри або радіуси початкових кіл усіх зубчастих коліс даного механізму, прийнявши модуль зачеплення $m = 10$ мм, коефіцієнт зміщення вихідного контуру $x = 0$;

2.3. побудувати схему зубчастого механізму в масштабі;

2.4. побудувати картини лінійних і кутових швидкостей зубчастого механізму, на основі яких обчислити передавальні відношення, вказані в п.1;

2.5. порівняти результати обчислень п.п. 2.1 і 2.4.

2.6. перевірити для планетарного механізму умови співвісності, сусідства та складання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 21

№ рису нка	Вихідні дані										Величини, які треба обчислити
	z_1	z_2	z_2'	z_3	z_3'	z_4	z_4'	z_5	z_6	z_7	
7.1	20	40	17	51	15	60	$n_1 = 504$ об/хв				$i_{12}, i_{13}, i_{14}, n_4$
7.2	20	30	-	50	20	100	25	50	$n_1 = 100$ об/хв		$i_{12}, i_{13}, i_{14},$ i_{15}, n_5
7.3	16	48	16	48		$n_1 = -200$ об/хв				i_{12}, i_{1H}, n_2	
7.4	21	63	14	63	14	63	-	-	-	-	i_{12}, i_{13}, i_{1H}
7.5	25	75	18	45	18	61	-	-	-	-	$i_{12}, i_{13}, i_{1H},$ i_{2H}
7.6	30	90	100	30	25	105	-	-	-	-	$i_{12}, i_{13}, i_{1H},$ i_{2H}
7.7	16	80	80	18	14	48	-	16	70	-	$i_{12}, i_{13}, i_{1H},$ i_{26}
7.8	25	50	54	38	-	54	-	-	-	-	i_{12}, i_{13}, i_{1H}
7.9	24	16	60	16	-	100	-	-	-	-	i_{12}, i_{13}, i_{1H}
7.10	26	130	-	12	-	54	-	54	-	-	i_{12}, i_{13}, i_{14}
7.11	12	50	48	120	-	114	18	25	-	-	$i_{1H}, i_{12}, i_{14}, i_{15}$
7.12	19	57	16	42	-	100	-	-	-	-	i_{12}, i_{13}, i_{1H}

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 22

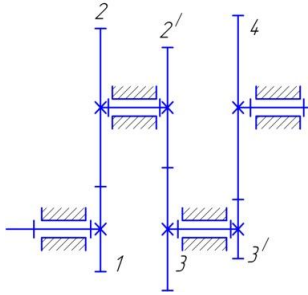


Рис. 7.1

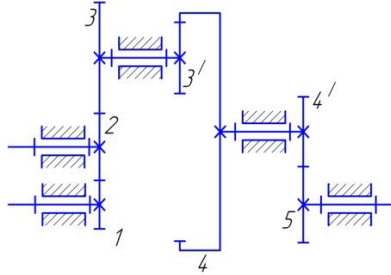


Рис. 7.2

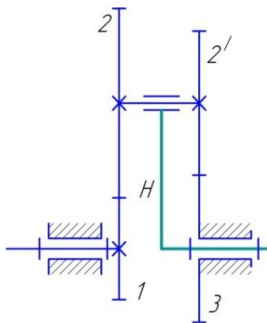


Рис. 7.3

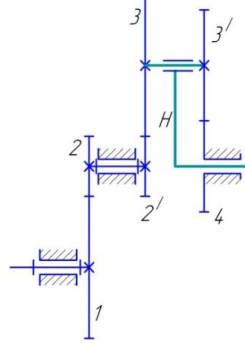


Рис. 7.4

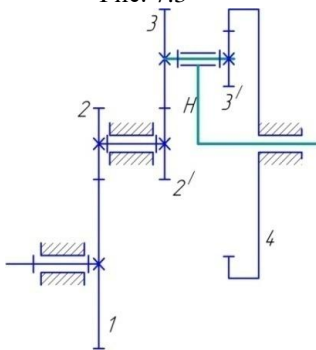


Рис. 7.5

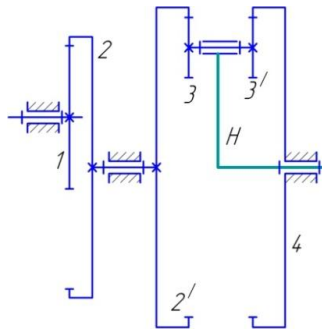


Рис. 7.6

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 23

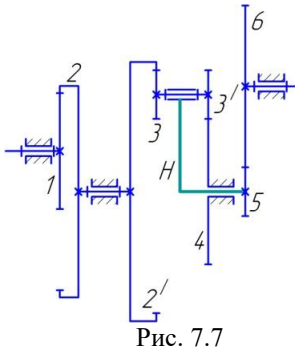


Рис. 7.7

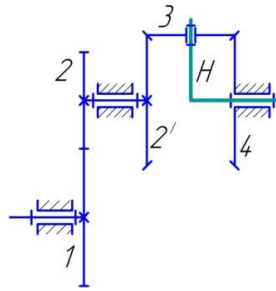


Рис. 7.8

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

Теоретична механіка

1. Загальні відомості про сили. Прикладені та ковзні вектори. Типи опор та опорні реакції.
2. Силловий багатокутник. Проекція сили на вісь. Аксиоми статки.
3. Система збіжних сил. Умови рівноваги. Система паралельних сил. Центр паралельних сил та центр ваги.
4. Вектор-момент сили. Пара сил. Довільна плоска система сил. Умови рівноваги твердого тіла під дією плоскої системи довільно розташованих сил.
5. Довільна просторова система сил. Теорема Пуансо. Приведення довільної системи незбіжних сил до динами.
6. Кінематика точки. Рівняння руху і траєкторії. Основна задача кінематики
7. Векторний, координатний та природний способи визначення руху точки в просторі.
8. Визначення швидкості точки при векторному, координатному та природному способі задання руху

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 24</i>

9. Визначення прискорення точки при векторному, координатному та природному способі задання руху.

10. Кінематика твердого тіла. Поступальний рух. Траєкторії, швидкості та прискорення твердого тіла пр. поступальному русі.

11. Обертальний рух твердого тіла. Кут повороту, кутова швидкість та кутове прискорення. Розподілення лінійних швидкостей і прискорень при обертанні твердого тіла навколо нерухомої осі.

12. Плоскопаралельний рух. Розподілення лінійних швидкостей та прискорень при плоскопаралельному русі. Миттєвий центр швидкостей, миттєвий центр прискорень. Плани швидкостей та прискорень.

Механіка машин

1. Основні визначення теорії механізмів. Класифікація кінематичних пар. Зайві зв'язки та зайві ступені вільності. Ступінь рухомості механізму.

2 Структурні групи та їх класифікація. Механізм I класу. Основний принцип утворення механізмів. Формула будови механізму.

3. Кінематичний аналіз механізмів. Графічні, аналітичні та графоаналітичні методи дослідження кінематичних характеристик. Аналоги швидкостей і прискорень.

4. Характеристики сил, які діють на механізм. Зведені характеристики механізму. Сили інерції.

5. Силовий розрахунок механізмів без урахування сил тертя. Побудова плану сил. Важіль Жуковського.

6. Дослідження нерівномірності руху механізму за допомогою діаграми Віттенбауера та методом Жуковського. Зрівноваження руху механізму підбором махової маси.

7. Класифікація та параметри кулачкових механізмів. Сили, в кулачковому механізмі. Кінематичний аналіз кулачкових механізмів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 25</i>

8. Динамічний та кінематичний синтез кулачкових механізмів.
9. Зубчасте зачеплення та його параметри. Основна теорема зубчастого зачеплення. Евольвента та її властивості.
10. Зубчасті механізми. Передавальне відношення механізму з нерухомими осями. Планетарні та диференціальні механізми.

Механіка матеріалів і конструкцій

1. Деформований стан матеріалу. Основні гіпотези механіки матеріалів та конструкцій. Моменти інерції поперечних перерізів. Радіус інерції та еліпс інерції.
2. Внутрішні та зовнішні сили. Метод перерізів. Балки та їх опори. Епюри повздовжніх сил, крутних моментів, поперечних сил та моментів згину.
3. Напруження та деформації при розтягу-стиску. Розрахунок на міцність та жорсткість. Концентрація напружень. Допустимі напруження.
4. Зсув, чистий зсув. Розрахунок на зріз.
5. Напруження та деформації при крученні. Умови міцності та жорсткості. Розрахунок валів на міцність та жорсткість при крученні.
6. Нормальні та дотичні напруження при згині. Розрахунок на міцність та жорсткість. Визначення переміщень в балках при згині. Складний та косий згин.
7. Стійкість стиснених стержнів. Формула Ейлера для визначення критичної сили стисненого стержня. Вплив умов закріплення кінців стержня на величину критичної сили.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 27 / 26</i>

Література

1. Гонтаровська Т.М., Гонтаровський В.П., Садовничий В.В., Тонюк М.І. Технічна механіка: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.080403 «Програмне забезпечення автоматизованих систем», 7.091401 «Системи управління і автоматики», 7.092501 «Автоматизоване управління технологічними процесами і виробництвами», 7.091002 «Біотехнічні та медичні апарати і системи», 7.090701 «Радіотехніка» – Житомир : ЖІТІ, 2001. – 241 с.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. –К.: Техніка 2002.
3. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. Под ред. Н.В.Бутенина, А.И. Лурье, Д.Р. Меркина.-М.: Наука. Гл. Ред. Физ.-мат. Лит., 1986 (і попередні видання).
4. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Уч. Пособие. Под ред. А.А. Яблонского.- М.: Интеграл-Пресс, 2003 (і попередні видання)
5. Гуліда Е.М., Дзюба Л.Ф., Ольховий І.М. Прикладна механіка: Підручник/ За ред. Е.М. Гуліди. – Львів: Світ, 2007. – 384 с.).
- 6.Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. М., 1986. (і попередні видання).
7. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Ч. 1. М., 1984.
1. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – К.: Наукова думка. – 2002. – 661 с.
8. Артоболевский И.И. Теория механизмов в машин. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
9. Артоболевский И.И., Эдельштейн Б.В. Сборник задач по теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1973. – 256 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.01/184.00.1/М Б/ОК11-2021
	Екземпляр № 1	Арк 27 / 27

Допоміжна література

1. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К., Лукичев Д.М., Никоноров В.А., Тимофеев Г.А., Пуш А.В. Теория механизмов и механика машин. – М.: Высшая школа. – 2001. – 496 с.
2. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. 2. М., 1984.
3. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Ч. 1, 2. М., 1984
4. Костюк Д.И., Голдаева О.И., Яковлев Ю.В. Руководство к курсовому проектированию по теории механизмов и машин. – Харьков: изд-во Харьковского ун-та, 1961. – 266 с.
5. Кожевников С.Н., Есипенко Я.И., Раскин Я.М. Механизмы. Справочник. Под ред. С.Н. Кожевникова. – М., Машиностроение. – 1976. – 784 с.
6. Абрамов Б.М. Типовые задачи по теории механизмов и машин. – Харьков.: Вища школа, 1976. – 208 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

Структурний аналіз механізмів	https://www.youtube.com/watch?v=W7-CPVsRL1Y&list=PLIYE3H0Z0mckHd63zXQtnYZgLNhCVh1iC
Шарнірно-важільні механізми	https://www.youtube.com/watch?v=ZT9Gv13ytsA&list=PLyg7jPvwr1QQRcF8k19NxK1gQzs0P0ENu
Підручник з технічної механіки	http://en.bookfi.net/book/480638
Підручник з технічної механіки	https://fileskachat.com/download/35365_9386273ed5748e2a43582b22a922e15e.html
Підручник з технічної механіки	http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/353/u_course.pdf
Лекції з теоретичної механіки	https://www.youtube.com/watch?v=sW5cEI79BI0&list=PLg2VuvbqEwwVWsm7uOy034xexi_lxxmco&index=2&t=0s