

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»

протокол від 15 серпня 2024 р. №4

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для самостійної роботи з навчальної дисципліни «ДИНАМІКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МАШИН»

для студентів освітнього рівня «МАГІСТР»
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії

Розглянуто і рекомендовано
на засіданні кафедри механічної
інженерії протокол від «1» травня 2024 р.
№ 5

Розробники:
доцент кафедри механічної інженерії, к.т.н., доц., СТЕПЧИН Ярослав
асистент кафедри механічної інженерії ПЛИСАК Микола

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 2

Степчин Я.А., Методичні рекомендації для самостійної роботи з навчальної дисципліни «Динаміка та дослідження машин» для студентів освітнього рівня «магістр» спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування». – Житомир: «Житомирська політехніка», 2024. – 24 с.

Методичні рекомендації розроблено у відповідності до робочих навчальних програм дисципліни «Динаміка та дослідження машин» та враховують сучасні вимоги щодо фахової підготовки магістрів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання, а також викладачів кафедри.

Методичні рекомендації можуть бути використані студентами при курсовому та дипломному проектуванні.

Розробники:

к.т.н., доц., доцент
кафедри механічної
інженерії

Степчин Ярослав Анатолійович

Рецензенти:

к.т.н., доц., завідувач кафедри
механічної інженерії

Мельник Олександр Леонідович

к.т.н., доц. кафедри
механічної інженерії

Ночвай Володимир Матвійович

Розглянуто і рекомендовано на засіданні кафедри механічної інженерії Протокол від «1» травня 2024 р. № 5

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 24 / 3</i>

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
ТЕМАТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	4
ПИТАННЯ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	8
ЛІТЕРАТУРА.....	25

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 4

ВСТУП

Розвиток промисловості України вимагає раціонального поєднання теоретичних знань спеціалістів з умінням вирішувати практичні питання та розширення і закріплення зв'язку вищих навчальних закладів із відповідними галузями промисловості.

Навчальним планом дисципліни «Динаміка та дослідження машин» для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування» за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» передбачено 86 години на самостійне вивчення окремих тем.

Ці методичні рекомендації дають орієнтовну кількість годин для вивчення кожної теми, а також рекомендують літературне джерело, де ця тема висвітлена.

Метою навчальної дисципліни є надання студентові знань та вмінь в області дослідження, моделювання та цілеспрямованого керування динамічними процесами типових конструкцій машин та механізмів на прикладі металорізальних верстатів з метою досягнення високої точності та продуктивності обробки.

Завданнями вивчення дисципліни є:

1. Вивчити особливості функціонування типових конструкцій машин та механізмів в динаміці та особливості дослідження їх динамічних характеристик.
2. Набути навички динамічних розрахунків конструкцій машин та механізмів, їх конструювання, дослідження, цілеспрямованого підбору характеристик.
3. Отримати знання щодо дослідження, моделювання та цілеспрямованого керування динамічними процесами типових конструкцій машин.

Складність вивчення прикладних інженерних дисциплін зокрема полягає в тому, що існує велика кількість навчальної, довідникової і науково-практичної літератури майже по кожній з тем, які не названі у переліку рекомендованої літератури даних методичних рекомендацій. Тому вказана кількість годин на вивчення будь-якої з наведених тем є приблизною і може не відображати фактичних витрат часу. Також вказані літературні джерела не є цілком вичерпними для вивчення будь якої з наведених тем.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 5

ТЕМЕТИКА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Табл. 1

№ з/п	Назва теми	Орієнтовна кількість годин	Рекомендоване джерело
1	Показники динамічної якості робочих машин. Статичні характеристики основних пружних елементів. Динамічні характеристики системи з одним ступенем свободи. Типи навантажень, що діють на динамічну систему машини.	3	[8], стор. 149-153; [9], стор. 357-361
2	Структура динамічної системи робочої машини. Умовні багатоконтурні й одноконтурні схеми динамічної системи. Статичні й динамічні навантаження. Вільні, вимушені, параметричні й автоколивання. Динамічні навантаження в приводі машини при перехідних процесах.	3	[8], стор. 146-149; [10], стор. 38-47
3	Показники динамічної якості машини. Типи навантажень, що діють на динамічну систему машини.	3	[10], стор. 6-9; [8], стор. 149-153
4	Динаміка швидкохідного валу на прикладі шпindelного вузла верстата. Критична частота обертання шпінделя без урахування жорсткості опор. Критична частота обертання шпінделя з урахуванням жорсткості опор. Конструктивний спосіб зниження критичної частоти.	3	[10], стор. 6-9; [8], стор. 144-146; [9], стор. 357-361
5	Частотні методи дослідження динаміки машин. Розрахункові схеми, основне рівняння. Демпфуючі властивості вузлів машин. Експериментальне визначення декременту коливань. Амплітудно-частотної й амплітудно-фазова частотна характеристики пружної системи машини.	3	[10], стор. 35-38; [8], стор. 146-148; [9], стор. 357-361
6	Динамічні навантаження в приводі машин при перехідних процесах.	3	[10], стор. 147-160; [8], стор. 160-163

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 6

Продовження табл. 1

№ з/п	Назва теми	Орієнтовна кількість годин	Рекомендоване джерело
7	Динаміка шпindelного вузла. Критична частота обертання шпindelя без урахування жорсткості опор.	3	[10], стор. 68-75; [8], стор. 163-164
8	Динаміка шпindelного вузла. Критична частота обертання шпindelя з урахуванням жорсткості опор. Конструктивний спосіб зниження критичної частоти.	3	[10], стор. 68-75; [8], стор. 164-165
9	Частотні методи дослідження верстатів. Розрахункові схеми, основне рівняння.	3	[8], стор. 149-151
10	Демпфуючі властивості шпindelних вузлів. Експериментальне визначення декременту коливань.	3	[8], стор. 149-151
11	Частотні методи дослідження верстатів. Розрахункові схеми, основне рівняння. Амплітудно-частотної й амплітудно-фазова частотна характеристики пружної системи.	3	[8], стор. 149-151
12	Вимушені коливання робочих машин. Розрахункова схема й основне рівняння. Види коливань. Коливання з урахуванням і без урахування сил опору.	3	[8], стор. 153-155
13	Частота власних коливань. Експериментальне визначення власних частот. Резонанс коливань	3	[11], стор. 39-44, 47-50
14	Частотні властивості вузлів машини. Визначення параметрів коливань.	3	[11], стор. 50-61
15	Вимушені коливання вузлів машин. Віброізоляція машин.	3	[8], стор. 138-140, 158-160
16	Демпфуючі властивості вузлів. Експериментальне визначення характеристик коливань вузлів. Заходи з віброізоляції.	3	[8], стор. 153-155
17	Автоколивання у верстатах. Динамічні характеристики основних процесів у верстатах при автоколиваннях.	3	[10], стор. 127-134; [8], стор. 165-167

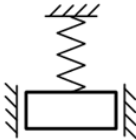
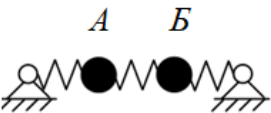
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 7

Продовження табл. 1

№ з/п	Назва теми	Орієнтовна кількість годин	Рекомендоване джерело
18	Автоколювання у верстатах. Динамічні характеристики процесу різання.	3	[10], стор. 127-130; [8], стор. 167-170
19	Автоколювання у верстатах. Динамічні характеристики тертя. Колювання при зміні сил тертя.	3	[10], стор. 87-93, 103-111; [8], стор. 165-167
20	Рівномірність руху по напрямним тертя ковзання. Способи поліпшення рівномірності руху.	3	[2], стор. 151-166
21	Автоколювання у верстатах. Виникнення колювань внаслідок координатного зв'язку.	3	[10], стор. 130-134; [8], стор. 170-174
22	Вплив хвилястості на усталеність процесу різання. Умови виникнення припустимих автоколювань.	3	[10], стор. 134-138
23	Крутильні колювання. Визначення розрахункових моментів інерції й податливостей.	3	[10], стор. 147-150; [8], стор. 160-163
24	Крутильні колювання. Крутильні колювання двохмасової системи.	3	[3], стор. 30-36
25	Крутильні колювання. Спрощення розрахункової схеми й приведення її до двухмасової розрахункової схеми.	3	[10], стор. 13-22; [8], стор. 160-161; [3], стор. 30-44
26	Динаміка привода головного руху. Характеристики двигунів і муфт. Визначення часу розгону привода.	2	[10], стор. 144-147, 153-160
27	Віброізоляція верстатів. Динамічний коефіцієнт рівняння змушених колювань. Основні конструктивні способи віброізоляції верстатів.	2	[10], стор. 75-78; [8], стор. 138-140, 158-160; [3], стор. 490-506
28	Динамічні гасителі колювань, розрахункова схема й принцип дії.	3	[10], стор. 228-240; [3], стор. 507-515
29	Експериментальні методи дослідження машин. Засоби і прилади для вимірювання параметрів динамічної системи машин	2	[8], стор. 174-179
30	Експериментальні методи дослідження верстатів. Дослідження вібростійкості верстатів і граничних режимів різання	3	[8], стор. 179-183; [10], стор. 138-144

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 8

ПИТАННЯ ДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Текст завдання
1	Як називається розділ прикладної механіки, який присвячений дослідженню динамічних процесів, що проходять при роботі машин
2	Що вивчає динаміка машин?
3	Які основні завдання вирішує динаміка машин?
4	Для випадку дії консервативних сил якою формулою визначається узагальнена сила для системи з s ступенями вільності?
5	Якими методами виконують визначення законів руху ланок механізму за заданими характеристиками зовнішніх сил в динаміці машин?
6	Як співвідноситься число диференціальних рівнянь (n) руху одномасової механічної системи з числом ступенів свободи (m) цієї системи?
7	Які тенденції сучасного машинобудування вимагають застосування динамічних розрахунків при проектуванні машин?
8	Від яких тенденцій сучасного машинобудування не залежить необхідність застосування динамічних розрахунків при проектуванні машин?
9	До яких недоліків конструкції машини можуть приводити статичні методи розрахунку?
10	Що визначають динамічні властивості машини?
11	Яка з характеристик машини не відноситься до характеристик динамічних властивостей машин?
12	Які з характеристик машини відносяться до характеристик динамічних властивостей машин?
13	Що називається силовими характеристиками машини?
14	Які з наведених факторів повинні бути враховані в динамічній моделі машини?
15	Коли статичні характеристики приводного електродвигуна повинні бути замінені динамічними?
16	Що називається числом ступенів вільності механічної системи?
17	Назвіть способи обмеження числа ступенів вільності, які враховуються в розрахунках динамічної системи?
18	Скільки ступенів вільності має система, представлена на рисунку, якщо масою пружини можна знехтувати і якщо вантаж може переміщатися тільки у вертикальному напрямку? 
19	Скільки ступенів вільності має система, представлена на рисунку, якщо масою пружини можна знехтувати і якщо тіла А та Б можуть переміщатися тільки у вертикальному напрямку? 
20	Як називається задача, що вирішується в динаміці, яка сформульована таким чином: за заданим законом руху визначається рівнодійна сил, що діють на тіло?
21	Як називаються динамічні моделі із зосередженими параметрами?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 9

22	Як називаються динамічні моделі з розподіленими параметрами?
23	Як називаються динамічні моделі із зосередженими та розподіленими параметрами?
24	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $y'' + hy' + cy = F$ Вкажіть основні характеристики даного рівняння.
25	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $y'' + hy' + cy = F$ Вкажіть назву першого члена лівої частини рівняння.
26	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $y'' + hy' + cy = F$ Вкажіть назву другого члена лівої частини рівняння.
27	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $y'' + hy' + cy = F$ Вкажіть назву третього члена лівої частини рівняння.
28	За якою формулою визначається постійна часу демпфування $T_1 = T$ системи з одним ступенем вільності?
29	За якою формулою визначається відносний коефіцієнт демпфування ζ системи з одним ступенем вільності?
30	За якою формулою визначається колова власна частота ω_0 коливань системи з одним ступенем вільності?
31	За якою формулою визначається податливість системи з одним ступенем вільності?
32	За якою формулою визначається інерційна постійна часу $T_2 = T$ системи з одним ступенем вільності?
33	Що таке передаточна функція елемента або системи?
34	Що означає операторна форма представлення диференціального рівняння руху динамічної системи?
35	В що переходить передаточна функція динамічної системи в усталеному режимі ($p=0$)?
36	Якщо при моделюванні модель відрізняється від оригіналу масштабом і будується з умов подібності, що забезпечують її функціонування по тим же фізичним законам, що й оригінал вона називається?
37	Якщо при моделюванні модель відрізняється від оригіналу масштабом і будується з умов подібності, що забезпечують її функціонування по тим же фізичним законам, що й оригінал вона називається?
38	На чому ґрунтується математичне моделювання динамічних процесів?
39	Який підхід до вивчення застосовують при труднощах або відсутності необхідності проникнути в тонкощі внутрішньої структури динамічної системи?
40	Як називається модель динамічної поведінки системи типу «чорний ящик»?
41	Передаточна функція якої системи представлена формулою? $W(p) = \frac{K_{ст}}{T^2 p^2 + 2\xi T p + 1}$
42	Яке значення відносного коефіцієнту демпфування ζ динамічної системи характеризує перехідний процес, наведений на рисунку?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 10

43	<p>Чому дорівнює відносний коефіцієнт демпфування ζ динамічної системи, яку характеризує перехідний процес, наведений на рисунку?</p>
44	Чим описується графік перехідного процесу динамічної системи з одним ступенем вільності при ступеневій зміні сили F якщо демпфування велике?
45	Чим описується графік перехідного процесу динамічної системи з одним ступенем вільності при ступеневій зміні сили F якщо демпфування мале, але присутнє?
46	Чим описується графік перехідного процесу динамічної системи з одним ступенем вільності при ступеневій зміні сили F якщо демпфування відсутнє?
47	<p>Яка характеристика динамічної системи з одним ступенем вільності наведена на графіку?</p>
48	<p>Яка характеристика динамічної системи з одним ступенем вільності наведена на графіку?</p>
49	<p>Чому дорівнює довжина вектора, проведеного з початку координат в точку АФЧХ (A_1)?</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 11

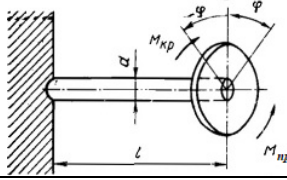
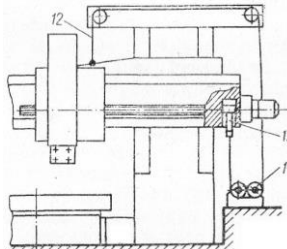
50	Чому дорівнює кут між вектором, проведеним з початку координат в точку АФЧХ (A_1) і напрямком дійсної осі?	
51	Як змінюється довжина вектора, динамічної податливості A_1 на частоті ω_1 , проведеного з початку координат в точку АФЧХ (A_1) при збільшенні демпфування?	
52	Як змінюється довжина вектора, динамічної податливості A_1 на частоті ω_1 , проведеного з початку координат в точку АФЧХ (A_1) при зменшенні демпфування?	
53	Як зміняться розміри графіка АФЧХ при збільшенні статичної жорсткості системи (усі інші параметри незмінні)?	
54	Як зміняться форма та розміри графіка амплітудно-частотної характеристики системи з одним ступенем вільності, наведеної на рисунку при збільшенні власної частоти системи (усі інші параметри незмінні)?	
55	Чому дорівнює величина динамічної податливості системи АФЧХ, якої наведена на рисунку при $\omega \rightarrow$ безкінечності?	
56	Якими параметрами визначається динамічна якість машини?	
57	Який параметр динамічної якості машини визначає можливість зміни того чи іншого параметра системи без втрати нею стійкості?	
58	Які запаси усталеності при розточуванні можна оцінити за наведеним рисунком?	
59	Який параметр динамічної якості машини визначає здатність системи розсіювати енергію, що вноситься зовнішнім впливом?	
60	Як може оцінюватися ступінь усталеності динамічної системи?	
61	Яких відхилень параметрів динамічної системи по виду зовнішніх впливів не існує?	
62	До статичних навантажень, що діють у динамічній системі верстата, не відносяться?	
63	До статичних навантажень, що діють у динамічній системі верстата, відносяться?	
64	До динамічних навантажень, що діють у динамічній системі верстата, відносяться?	
65	Які коливання виникають після виведення системи зі стану рівноваги, після чого на неї не чиниться ніякого впливу (одиничний миттєвий силовий вплив)?	
66	Які коливання викликаються коливальними джерелами енергії або зовнішнім впливом, переданим від сторонніх джерел, або силами, що виникають в самій машині від нерівноваженості обертових мас або похибок виготовлення і збірки?	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 12

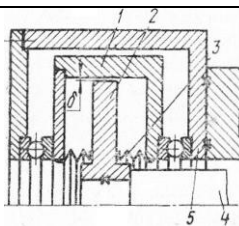
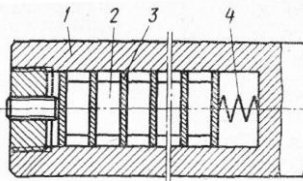
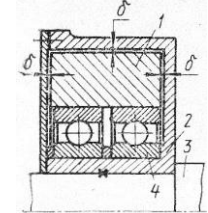
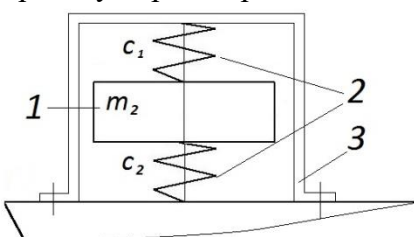
67	Які коливання породжуються змінами характеристик окремих елементів або самої системи (зміна жорсткості, умов різання або тертя)?
68	Які коливання обумовлені особливостями самої системи і характеристик робочих процесів та підтримуються зовнішніми джерелами енергії не коливального характеру?
69	Які коливання завжди відбуваються на першій власній частоті динамічної системи?
70	Який параметр динамічної якості машини визначає швидкість завершення перехідного процесу?
71	Чим виражається швидкодія, як параметр динамічної якості машини?
72	Який параметр точності обробки на верстаті є визначальним при оцінці показників його динамічної якості?
73	Що показує коефіцієнт динамічності?
74	Чому дорівнює коефіцієнт динамічності одномасової системи для випадку дії сили з частотою вимушених коливань, рівній власній частоті системи ($\omega = \omega_0$)?
75	За якою з наведених формул розраховується коефіцієнт динамічності для одномасової пружної системи
76	Чому дорівнює коефіцієнт динамічності одномасової системи при резонансі ($\omega = \omega_0$), якщо логарифмічний декремент затухання $\lambda = \pi/8$?
77	Які коливання найбільш небезпечні при збігу їх частоти з однією з власних частот коливань системи?
78	Яка залежність (зв'язок) існує між ступенем усталеності і швидкодією системи?
79	Які критерії не використовують для оцінки динамічної якості металорізального верстата?
80	Які критерії використовують для оцінки динамічної якості металорізального верстата?
81	При яких значеннях співвідношення частот власних коливань системи і змушуючої сили виконують наближену оцінку коефіцієнту динамічності без врахування демпфування?
82	Яке значення коефіцієнту динамічності системи приймається при його наближеній оцінці якщо частота власних коливань системи значно більша ніж частота змушуючої сили при роботі без ударів ($\omega_0/\omega > 7$)
83	Яке значення коефіцієнту динамічності системи приймається при його наближеній оцінці якщо частота власних коливань системи значно більша ніж частота змушуючої сили (робота з ударами але без знакозмінних навантажень) ($\omega_0/\omega > 7$)
84	Яке значення коефіцієнту динамічності системи приймається при його наближеній оцінці якщо частота власних коливань системи значно більша ніж частота змушуючої сили (робота з ударами з знакозмінними навантаженнями) ($\omega_0/\omega > 7$)
85	Що відноситься до найбільш важливих динамічних характеристик шпинделів металорізальних верстатів?
86	Що не відноситься до найбільш важливих динамічних характеристик шпинделів металорізальних верстатів?
87	Яке мінімальне відношення першої власної частоти коливань шпинделя до максимальної робочої частоти збурень приймається для відстроювання від резонансу?
88	Як називається задача, що вирішується в динаміці, яка сформульована таким чином: за заданими силами визначається характер руху тіла?
89	Виберіть усі характеристики коливальної системи на яку діє зовнішній змінний момент $M(t)$, яка описується диференціальним рівнянням руху: $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$

(3.1)

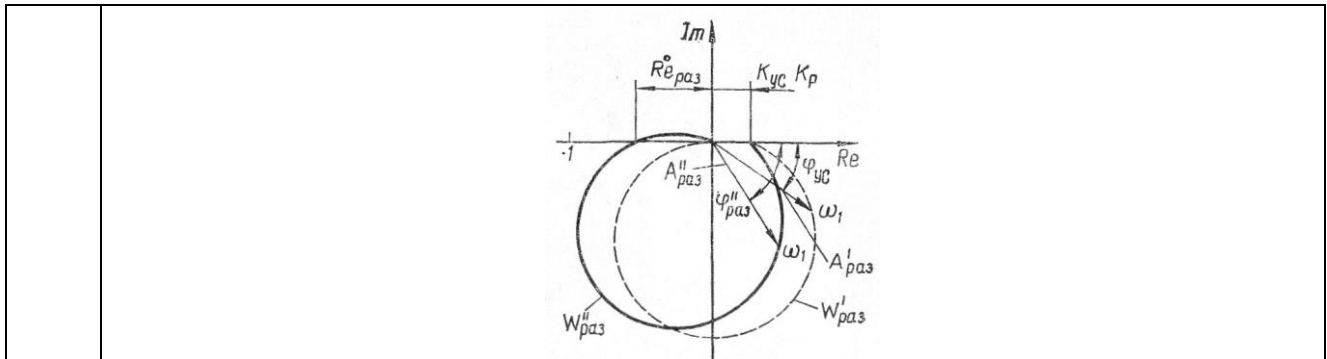
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 13

90	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву першого члена лівої частини рівняння.
91	В якому випадку підвищення жорсткості системи верстата не збільшує точність обробки?
92	Якої складової немає серед напрямків покращення характеристик пружної системи верстата?
93	Які напрямки покращення динамічних характеристик пружної системи верстата?
94	Які фактори з наведених збільшують власну жорсткість конструкції?
95	До якого напрямку покращення характеристик пружної системи верстата відноситься замикання діючого навантаження по максимально меншому контуру?
96	До якого напрямку покращення характеристик пружної системи верстата відноситься зменшення кількості ланок, що передають основні навантаження?
97	Який напрямок покращення характеристик пружної системи верстата забезпечує виготовлення станин з полімербетону?
98	До якого напрямку покращення характеристик пружної системи машини відноситься збільшення співвідношення c/m (жорсткість/маса)?
99	До якого напрямку покращення характеристик пружної системи машини відноситься її віброізоляція?
100	Виберіть усі характеристики коливальної системи наведеної на рисунку і описане рівнянням? $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ 
101	Вкажіть усі характеристики коливань, що описуються рівнянням? $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$
102	Вкажіть усі характеристики коливань, що описуються рівнянням? $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = 0$
103	Вкажіть усі характеристики коливань, що описуються рівнянням? $I\varphi'' + c\varphi = 0$
104	Вкажіть усі характеристики коливань, що описуються рівнянням? $y'' + hy' + cy = F$
105	Вкажіть усі характеристики коливань, що описуються рівнянням? $y'' + hy' + cy = 0$
106	Який напрямок покращення характеристик пружної системи верстата ілюструє наведений рисунок? 
107	Який напрямок покращення характеристик пружної системи верстата ілюструє наведений рисунок?

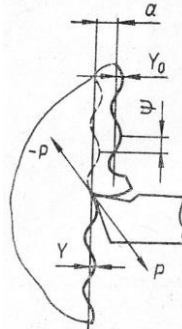
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 14

	
108	Протидію якому виду коливань виконує демпфер сухого тертя, встановлений в порожнині оправки чи борштанги 
109	Протидію якому виду коливань виконує демпфуючий пристрій, встановлений на валу 
110	Який динамічний параметр шпindelного вузла визначається за наближеною формулою: $f = \alpha \sqrt{\frac{EI}{m(1 + \beta)^3 a^2}}$ де m – маса шпindelя, $\beta = l/a$ – відносна відстань між опорами, a – довжина вильоту консолі, l – відстань між серединами опор шпindelя, α – коефіцієнт, I – усереднений момент інерції шпindelя
111	Які заходи характеризують забезпечення оптимальних динамічних параметрів пружної системи верстата?
112	Що характеризує постійна часу T_p стружкоутворення?
113	Якої частки усталеного значення досягає сила різання протягом часу T_p в разі стрибкоподібного збільшення товщини зрізу на певну величину з постійною часу стружкоутворення T_p ?
114	Який напрямок покращення процесу обробки різанням ілюструє наведений рисунок? 
115	Що означає поняття «коефіцієнт різання» $K_p = F/a = Kb$
116	Що характеризує постійна часу стружкоутворення з точки зору динаміки різання?
117	Яку причину втрати усталеності процесу різання ілюструє наведений рисунок?

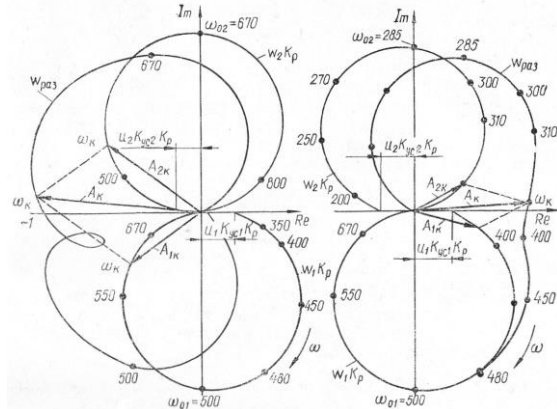
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 15



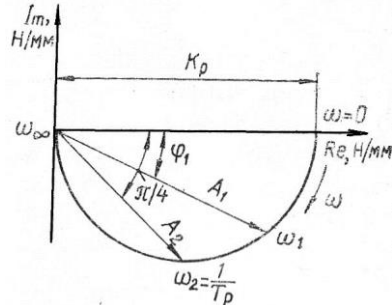
118 Яку причину втрати усталеності процесу різання ілюструє наведений рисунок?



119 Яку причину втрати усталеності процесу різання ілюструє наведений рисунок?



120 Яка динамічна характеристика процесу різання наведена на графіку?

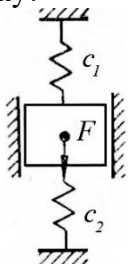
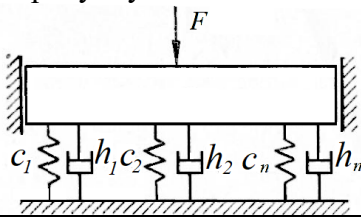
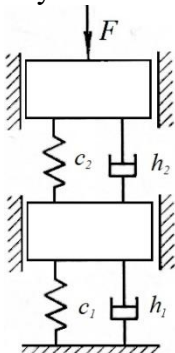


121 Яку складову реальної коливальної системи не враховує формула для розрахунку найбільшого прогину шпинделя від відцентрової сили?

$$\delta = \frac{e}{\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1}$$

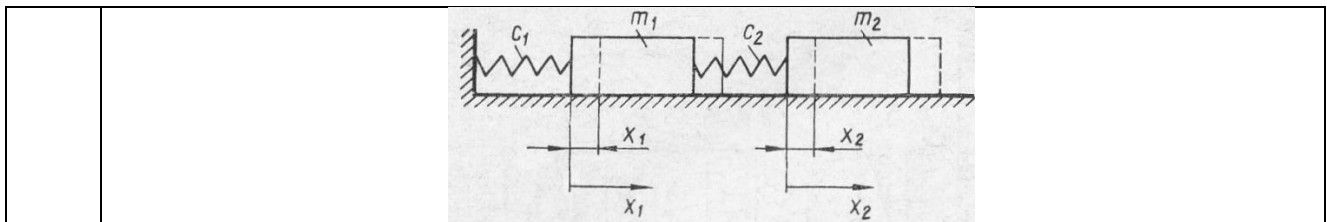
122 Чому дорівнює найбільший прогин шпинделя від відцентрової сили згідно наведеної формули, якщо частота обертання шпинделя $\omega = 0,9\omega_0$ (власної частоти системи)?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 16

	$\delta = \frac{e}{\frac{\omega_0^2}{\omega^2} - 1}$
123	За якою формулою обчислюється приведений коефіцієнт жорсткості коливальної системи при паралельному з'єднанні n пружних елементів?
124	За якою формулою обчислюється приведений коефіцієнт жорсткості коливальної системи, схема якої наведена на рисунку? 
125	За якою формулою обчислюється приведений коефіцієнт демпфування коливальної системи, схема якої наведена на рисунку? 
126	За якою формулою обчислюється приведений коефіцієнт жорсткості коливальної системи при послідовному з'єднанні n пружних елементів?
127	За якою формулою обчислюється приведений коефіцієнт жорсткості коливальної системи, схема якої наведена на рисунку? 
128	Які динамічні (коливальні) системи описуються «звичайними» диференціальними рівняннями другого порядку?
129	Які динамічні (коливальні) системи описуються диференціальними рівняннями в часткових похідних?
130	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву третього члена лівої частини рівняння.
131	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву третього члена лівої частини рівняння.
132	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву другого члена лівої частини рівняння.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 17

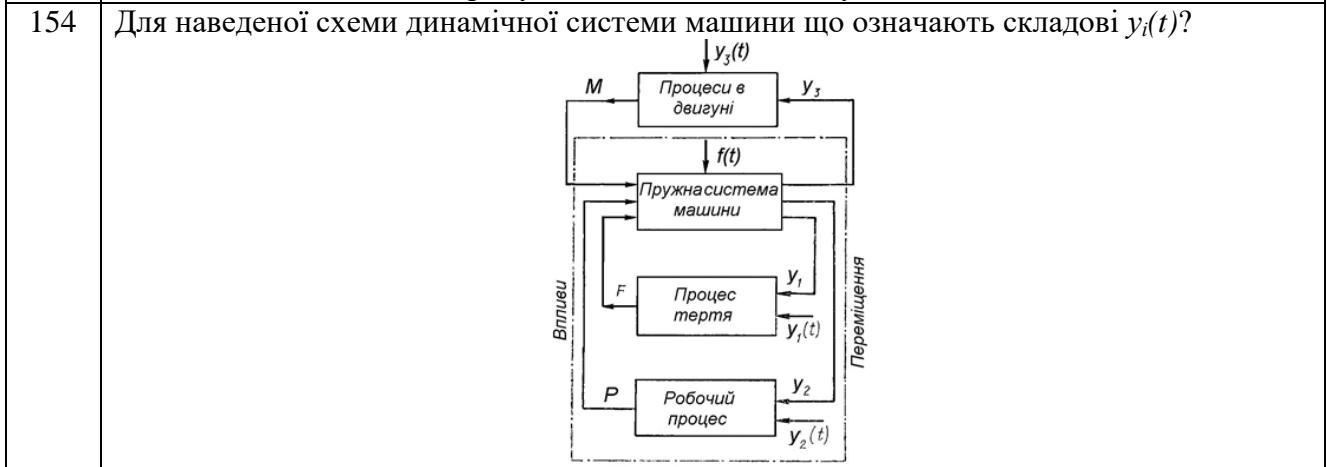
133	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву першого члена лівої частини рівняння.
134	Диференціальне рівняння руху системи з одним ступенем вільності має вигляд. $I\varphi'' + h'\varphi' + c\varphi = M(t)$ Вкажіть назву правої частини рівняння.
135	Як називається динамічна (коливальна) система якщо її властивості не змінюються на заданому відрізку часу?
136	Як називається динамічна (коливальна) система якщо її властивості змінюються на заданому відрізку часу?
137	Як називається динамічна (коливальна) система якщо її повна енергія залишається постійною при коливаннях?
138	Як називається динамічна (коливальна) система якщо її повна енергія змінюється при коливаннях?
139	Якими диференціальними рівняннями описуються процеси, що відбуваються в стаціонарних системах?
140	Якими диференціальними рівняннями описуються процеси, що відбуваються в нестаціонарних системах?
141	Коливальні процеси в яких системах можуть відбуватися лише за рахунок внутрішніх джерел енергії або енергії, наданої системі у вигляді початкового збурення?
142	Вкажіть основну характеристику дисипативної коливальної системи
143	Які коливання відбуваються при відсутності змінного зовнішнього впливу і без надходження енергії ззовні?
144	Які коливання викликаються коливальними джерелами енергії або силами, що виникають в самій машині від невірноваженості обертових мас або похибок виготовлення і збірки?
145	Які коливання можливі лише в нестаціонарних (нелінійних) системах?
146	Які коливання небезпечні при збігу їх частоти з однією з власних частот коливань системи верстата?
147	При яких коливаннях вала (системи з одним ступенем вільності) його жорсткість визначається за формулою: $c = G \frac{I_p}{L}$, де I_p – полярний момент інерції перерізу вала?
148	Для якої коливальної системи наведено систему рівнянь? $m_1 x_1'' + c_1 x_1 - c_2 (x_2 - x_1) = 0$ $m_2 x_2'' + c_2 (x_2 - x_1) = 0$
149	Рух якої маси (мас) наведеної коливальної системи описується рівнянням? $m x_1'' + c_1 x_1 - c_2 (x_2 - x_1) = 0$
	
150	Рух якої маси (мас) наведеної коливальної системи описується рівнянням? $m x_2'' + c_2 (x_2 - x_1) = 0$



151 Вкажіть основні характеристики динамічної системи машини (верстата)?

152 Як називається властивість системи повертатися у вихідний або близький до нього режим (стан) після того, як вона виведена з нього в результаті якого-небудь впливу?

153 Як називається властивість системи, коли достатньо будь-якого поштовху, щоб в ній почався зростаючий перехідний процес віддалення від вихідного режиму (стану) або почалися коливання з неприпустимо великою амплітудою?

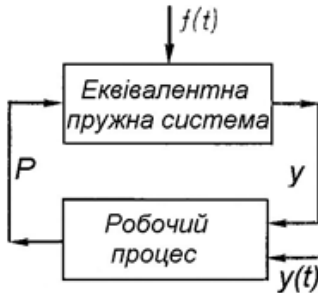


155 Для наведеної схеми динамічної системи машини що означають складові y_i ?

156 Для наведеної схеми динамічної системи машини що означають складові $f(t)$?

157 Для наведеної схеми динамічної системи машини що означають складові F, P, M ?

158 Для наведеної спрощеної схеми динамічної системи машини позначаються силові впливи?



159 Для наведеної спрощеної схеми динамічної системи машини позначаються зміни настройки?

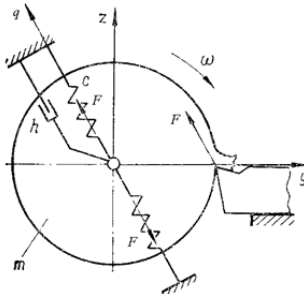
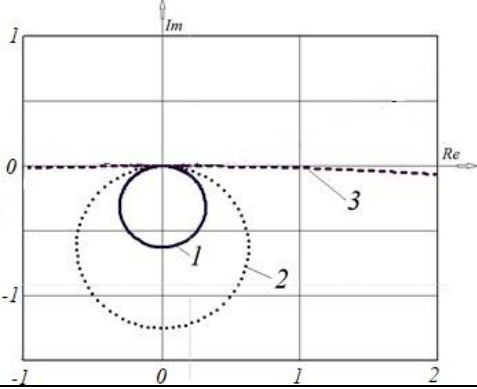
160 Для наведеної спрощеної схеми динамічної системи машини позначаються переміщення елементів пружної системи машини?

161 Для наведеної спрощеної схеми динамічної системи машини позначаються впливи?

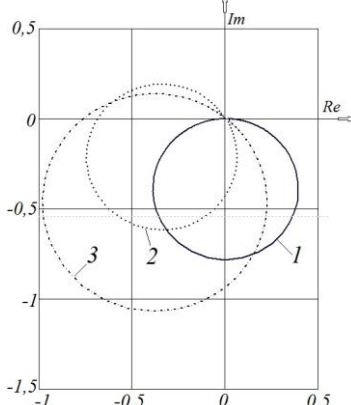
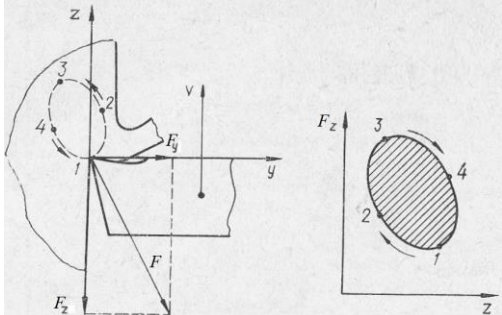
162 Яка характеристика обробної системи (на основі металорізального верстата) визначається за формулою:

$$K_p = \frac{F}{a} = Kb$$

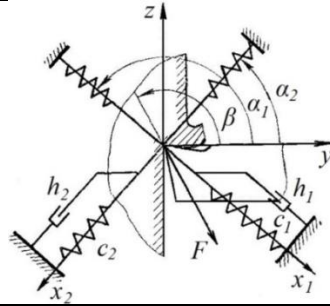
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 19

	де F – сила різання, Н; a – товщина зрізу, мм; K – питома сила різання, Н/мм ² ; b – ширина зрізу, мм.
163	Яка характеристика обробної системи (на основі металорізального верстата) визначається за формулою: $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1 + T_p p}$
164	У наведеній формулі характеристики різання, що означає складова T_p ? $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1 + T_p p}$
165	У наведеній формулі характеристики різання, що означає складова K_p ? $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1 + T_p p}$
166	У наведеній формулі характеристики різання, що означає складова $a(p)$? $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1 + T_p p}$
167	У наведеній формулі характеристики різання, що означає складова $F(p)$? $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1 + T_p p}$
168	Що характеризує постійна часу T_p стружкоутворення?
169	Які рівняння описують рух системи представленої на рисунку? 
170	За рахунок чого визначається можливість втрати усталеності обробної системи за рахунок нелінійної характеристики сили різання?
171	За рахунок чого визначається можливість втрати усталеності обробної системи за рахунок інерційності процесу різання?
172	Яка (які) з наведених на рисунку АФЧХ розімкнутої системи є неусталеними? 
173	Яка (які) з наведених на рисунку АФЧХ розімкнутої системи є знаходяться на межі усталеності?
174	Що не враховують наведені на рисунку АФЧХ розімкнутої системи (пружна система –

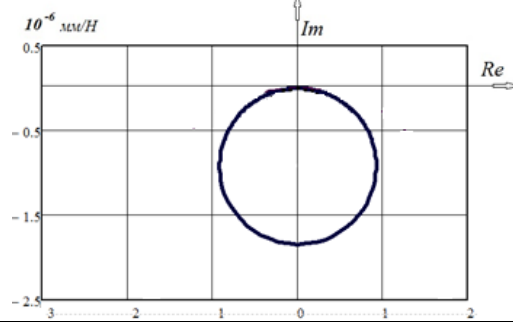
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 20

	процес різання)?
175	<p>Що враховує наведений на рисунку графік 1 АФЧХ розімкнутої системи (пружна система – процес різання) в порівнянні з графіком 2?</p> 
176	Уточніть визначення критерію усталеності Найквіста: якщо АФЧХ <u>якої</u> передаточної функції системи не охоплює точку -1 на дійсній осі комплексної площини система є усталеною.
177	Які складники характеризують наведену передаточну функцію системи?
178	<p>Які складники характеризують наведену передаточну функцію системи?</p> $W'_{\text{роз}} = \frac{K_{\text{ст}} K_p}{(T^2 p^2 + 2\xi T p + 1)}$
179	<p>Які складники характеризують наведену передаточну функцію системи?</p> $W = \frac{K_{\text{ст}}}{(T^2 p^2 + 2\xi T p + 1)}$
180	<p>Які складники характеризують наведену передаточну функцію системи?</p> $W = \frac{K_p}{(T_p p + 1)}$
181	Яку форму має траєкторія результуючого коливального руху ріжучої кромки інструменту, наприклад різця, щодо оброблюваної деталі при кожному циклі коливань якщо пружна система має кілька ступенів вільності?
182	<p>Яку умову втрати усталеності обробної системи характеризує наведений рисунок?</p> 
183	Для супорта токарного верстата, як системи з двома з двома степенями вільності, схему якого наведено на рисунку якою є умова підвищення усталеності обробної системи?

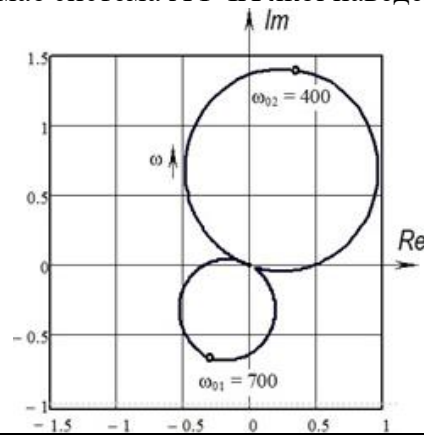
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 21



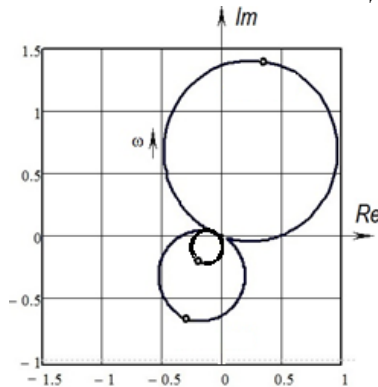
184 Скільки ступенів вільності має система АФЧХ якої наведено на рисунку?



185 Скільки ступенів вільності має система АФЧХ якої наведено на рисунку?



186 Скільки ступенів вільності має система АФЧХ якої наведено на рисунку?



187 Скільки ступенів вільності має система АФЧХ якої наведено на рисунку?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 22

188	<p>Яка складова динамічної характеристики різання $W_p = \frac{F(p)}{a(p)} = \frac{K_p}{1+T_p p}$ обумовлює поступове зростання сила різання в разі стрибкоподібного збільшення товщини зрізу на величину a?</p>
189	<p>При оцінці взаємозв'язку зміни сили різання і зміни товщини зрізу під час обробки різанням, яка з наведених ознак є вірною?</p>
190	<p>Які фактори з названих впливають на динамічну складову сили різання F?</p> $dF = \frac{\partial F}{\partial a} da + \frac{\partial F}{\partial \gamma} d\gamma + \frac{\partial F}{\partial \alpha} d\alpha + \dots$
191	<p>Яку причину втрати усталеності процесу різання визначає наведений рисунок?</p>
192	<p>Які параметри обробної системи на основі металорізального верстата визначають з використанням наведеної на рисунку оправки?</p>
193	<p>Яке експериментальне дослідження токарного верстата ілюструє наведений рисунок?</p>
194	<p>До якого типу гасників вібрацій відноситься наведена на рисунку конструкція?</p>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	Екземпляр № 1	Арк 24 / 23

ЛІТЕРАТУРА

1. Ловейкін В.С. Динаміка машин / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2013. – 227 с.
2. Технологія автоматизованого виробництва: Підручник / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович, П. П. Мельничук, В.А. Яновський. – Житомир: ЖДТУ, 2008. – 1014 с.
3. Василюк Г.Д., Лоев В.Ю., Мельничук П.П. Конструювання, розрахунок та експлуатація токарних верстатів з ЧПК: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 „Технологія машинобудування” і 7.090203 „Металорізальні верстати та системи”. – Житомир: ЖІТІ, 2001.– 400 с.
4. Крижанівський В.А., Кузнєцов Ю.М., Кириченко А.М., Гречка А.І., Смірнов В.В. Агрегатно-модульне технологічне обладнання : підручник, Ч.2 : Проектування та дослідження вузлів агрегатно-модульного технологічного обладнання. Кіровоград, 2003. – 286с.
5. Кузнєцов Ю.М., Саленко О.Ф., Харченко О.О., Щетинін В.Т. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Ю.М. Кузнєцов, О.Ф. Саленко, О.О. Харченко, В.Т. Щетинін. – Київ-Кременчук-Севастополь: Вид-во «Точка», 2014. – 5000 с.: іл.
6. Математичне моделювання процесів і систем [Електронний ресурс] : Навч. посіб. / А. І. Жученко, Л. Р. Ладієва, М. С. Піргач, Я. Ю. Жураковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 351 с
7. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Динаміка та дослідження машин” для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» всіх форм навчання. Укладачі Шевченко О.В., Степчин Я.А. – Житомир: ЖДТУ, 2018.– 14 с.
8. «Динаміка та дослідження машин». Методичні вказівки до організації самостійної роботи студентів зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» всіх форм навчання. Укладач Степчин Я.А. – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 8 с.
9. Курмаз Л.В. Основи конструювання деталей машин: навч. посібник / Л.В. Курмаз. – Харків: Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ», 2010. – 532 с.
10. Гайдамака А. В. Підшипники кочення. Базові знання та напрямки вдосконалення : навч. посіб. / А. В. Гайдамака. – Х. : НТУ «ХПІ», 2009. – 248 с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.05- 05.02/2/131.00.1/ М/ОК 05-2024
	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 24 / 24</i>

Степчин Ярослав
Анатолійович

Динаміка та дослідження машин

Методичні рекомендації для самостійної роботи

Автор

Я.А. Степчин

Редактор

Технічне редагування

Комп'ютерний набір та верстка

Макетування

Я.А. Степчин

Підписано до друку формат 1/16
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк.
Наклад 50 прим. Зам.

Редакційно-видавничий відділ державного університету
«Житомирська політехніка»

Адреса: «Житомирська політехніка», вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005