

ЗМІСТ

Передмова	7
Основні терміни	10
Вступ. Завдання динаміки маніпуляторів роботів	18
В.1. Загальна характеристика маніпуляторів-роботів.....	18
В.2. Загальні особливості конструкції маніпуляторів-роботів	21
В.3. Промислові роботи агрегатно-модульного типу	27
Розділ 1. Основні поняття і означення	
робототехнічних систем і комплексів	31
1.1. Особливості означень та понять, що стосуються	
функціонування робототехнічних систем і комплексів.....	31
1.1.1. Класифікація промислових роботів	31
1.1.2. Класифікація робототехнічних комплексів	32
1.1.3. Основні поняття структури і кінематики маніпуляторів.....	35
1.1.4. Поняття про структуру маніпуляційних систем робота.....	36
1.1.5. Робочі зони та показники якості кінематичних схем	
промислових роботів.....	40
1.2. Конструктивні особливості роботів-маніпуляторів	
та визначення параметрів функціонування їх механізмів.....	44
1.2.1. Розроблення кінематичної моделі маніпулятора.....	45
1.2.2. Розрахунок програмованого процесу позиціювання.....	47
Запитання для самоконтролю	50
Розділ 2. Параметри кінематики маніпулятора робота в динаміці	51
2.1. Визначення положення розімкненого ланцюга маніпулятора	
робота (визначення положення полюса захоплювача)	51
2.1.1. Класифікація переносних ступенів рухомості	
промислових роботів за системами координат	51
2.1.2. Класифікація ступенів рухомості промислових роботів	
за видом орієнтування	51
2.1.3. Положення захоплювача в абсолютній системі	
координат. Поняття про пряму й обернену задачі	
кінематики маніпуляторів роботів.....	53
2.1.4. Однорідні координати в кінематиці маніпуляторів роботів.	
Матриця переходу 4×4 кінематичних пар п'ятого класу.....	55
2.1.5. Визначення положення полюса захоплювача.....	57
2.2. Визначення швидкостей і пришвидшень ланок маніпулятора	66

2.2.1. Поняття кутової швидкості ланок маніпулятора	66
2.2.2. Поняття кутового пришвидження ланок маніпулятора	67
2.2.3. Розрахунок кутової швидкості ланок маніпулятора.....	67
2.2.4. Лінійні швидкості й пришвидження точок ланок маніпулятора	69
2.2.5. Розрахунок лінійних швидкостей і пришвиджень точок ланок маніпулятора	70
Запитання для самоконтролю	73
Розділ 3. Метод кінетостатики в динаміці	
маніпулятора роботів	74
3.1. Сили інерції й моменти сил інерції ланок маніпулятора робота.....	74
3.1.1. Визначення положення центра мас ланки маніпулятора	74
3.1.2. Визначення моментів інерції ланки маніпулятора	75
3.1.3. Приклад розрахунку моментів інерції ланки маніпулятора	75
3.2. Кінетостатичний метод силового аналізу ланок маніпулятора робота	81
3.2.1. Алгоритм методу кінетостатики для силового аналізу маніпулятора робота.....	81
3.2.2. Приклад застосування методу кінетостатики для силового розрахунку робота	83
3.2.2.1. Силовий розрахунок другої ланки маніпулятора	83
3.2.2.2. Силовий розрахунок першої ланки маніпулятора	87
3.3. Динаміка маніпулятора з урахуванням кулонівського тертя у шарових кінематичних парах маніпуляторів робота	92
3.3.1. Нормальні сили і сили тертя в обертових парах	92
3.3.2. Диференціальні рівняння руху маніпулятора з урахуванням кулонівського тертя.....	94
Запитання для самоконтролю	98
Розділ 4. Динаміка активних просторових механізмів	
з використанням рівнянь Лагранжа II роду	99
4.1. Метод Лагранжа–Ейлера для неконсервативних систем.....	99
4.1.1. Швидкість довільної точки ланки маніпулятора	100
4.2. Кінетична енергія маніпулятора	103
4.3. Потенціальна енергія маніпулятора.....	105
4.3.1. Приклад визначення потенціальної енергії маніпулятора	106
4.4. Узагальнені сили маніпулятора	108
4.4.1. Узагальнені сили маніпулятора з обертовими зчленуваннями	109

4.4.2. Узагальнені сили дволанкового маніпулятора з обертовими з'єднаннями	112
4.5. Виведення рівнянь Лагранжа II роду, визначення реакцій у кінематичних парах, матрична інтерпретація методу	116
4.5.1. Приклад застосування рівняння Лагранжа II роду для визначення узагальненого пришвидшення маніпулятора	120
4.5.2. Визначення реакцій у кінематичних парах маніпуляторів (матрична інтерпретація)	122
Запитання для самоконтролю	127
Розділ 5. Принцип Гаусса в динаміці маніпуляторів	128
5.1. Принцип Гаусса і формулювання примушування руху точок ланок маніпулятора	128
5.2. Обчислення функції примушування для руху елементів робота у матричній формі	130
5.3. Мінімізація примушування з урахуванням в'язей у кінематичних парах робота	133
5.4. Узагальнені пришвидшення і реакції в кінематичних парах маніпулятора робота	135
5.5. Алгоритм визначення узагальнених пришвидшень і реакцій у кінематичних парах маніпулятора робота	136
Запитання для самоконтролю	139
Розділ 6. Точність позиціювання робота	140
6.1. Пружні статичні деформації й точність позиціювання маніпулятора	140
6.1.1. Геометричні й кінематичні похибки роботів	140
6.1.2. Пружні статичні деформації та похибки роботів	143
6.1.3. Приклад розрахунку статичних деформацій і похибок маніпулятора	147
6.2. Динамічна похибка в парціальній системі руху елементів маніпулятора робота	151
6.2.1. Рівняння парціальних рухів	151
6.2.2. Рівняння динамічних похибок	152
6.2.3. Приклад розрахунку динамічних похибок у парціальній системі	153
Запитання для самоконтролю	156
Розділ 7. Динамічний аналіз маніпуляторів зі сферичними механізмами	157
7.1. Синтез сферичних механізмів ланок маніпулятора	157

7.2. Розв'язання задачі про просторове положення сферичного маніпулятора робота	159
7.3. Визначення швидкостей і особливого положення сферичного маніпулятора з трьома кінематичними парами.....	163
7.3.1. Розрахунок швидкостей механізму маніпулятора методом диференціювання рівнянь в'язей	164
7.3.2. Розрахунок швидкостей механізму маніпулятора методом гвинтового обчислення.....	166
7.3.3. Розрахунок задачі про особливе положення механізму маніпулятора методом гвинтового обчислення.....	171
7.4. Пришвидшення ланок маніпулятора зі сферичним механізмом	175
7.5. Кінематична точність механізму сферичного маніпулятора робота	176
Запитання для самоконтролю	182
Додатки	183
D.1. Основні відомості з векторної алгебри	183
D.2. Елементи теорії матриць	186
D.3. Окремий випадок розширених матриць переходу та їхні властивості	191
D.4. Елементи теорії гвинтового обчислення.....	192
D.5. Основні поняття про плюккеріві координати	193
D.6. Основні поняття про кватерніон	194
Список рекомендованої літератури	196