

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. КИНЕМАТИКА МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ	7
1.1. Общие понятия и определения.	7
1.2. Пространства манипуляционных роботов. Постановка кинематических задач.	9
1.2.1. <i>Обобщенные и внешние координаты и их пространства.</i>	9
1.2.2. <i>Прямая и обратная задачи кинематики.</i>	11
1.3. Матрицы элементарных и сложных поворотов.	13
1.3.1. <i>Матрицы элементарных поворотов.</i>	13
1.3.2. <i>Матрицы сложных поворотов.</i>	17
1.3.3. <i>Матрица поворота вокруг произвольной оси.</i>	19
1.3.4. <i>Геометрический смысл матриц поворота.</i>	20
1.4. Матрицы однородных преобразований.	21
1.4.1. <i>Однородные координаты и матрицы однородных преобразований.</i>	21
1.4.2. <i>Геометрический смысл матрицы однородных преобразований.</i>	24
1.4.3. <i>Матрица композиции однородных преобразований.</i>	28
1.5. Преобразование Денавита – Хартенберга.	30
1.6. Решение прямой задачи кинематики (ПЗК).	32
1.6.1. <i>Построение связанных систем координат.</i>	33
1.6.2. <i>Определение параметров звеньев.</i>	35
1.6.3. <i>Определение матрицы манипулятора.</i>	36
1.6.4. <i>Решение ПЗК.</i>	39
1.7. Решение ПЗК на примере манипуляционного трехзвенника.	40
1.8. Применение решений ПЗК в задачах робототехники.	43
1.8.1. <i>Определение базовых координат по показаниям датчиков обобщенных координат.</i>	43
1.8.2. <i>Понятие матрицы Якоби для решения ПЗК и вырожденные конфигурации робота.</i>	44
1.8.3. <i>Рабочее пространство манипулятора и его построение посредством пакета символьных вычислений Maple.</i>	45
1.9. Методы и подходы к решению обратной задачи кинематики (ОЗК).	48
1.9.1. <i>Аналитический подход к решению ОЗК.</i>	50
1.9.2. <i>Геометрический подход к решению ОЗК.</i>	50
1.9.3. <i>Численные методы решения ОЗК.</i>	52

2. ДИНАМИКА МАНИПУЛЯЦИОННЫХ РОБОТОВ	55
2.1. Уравнения Лагранжа-Эйлера для голономных систем. Динамика материальной точки.	58
2.2. Скорость произвольной точки i -го звена манипулятора.	65
2.3. Кинетическая энергия механической системы манипулятора.	68
2.4. Потенциальная энергия механической системы Манипулятора.	71
2.5. Математическая модель механической системы робота.	72
2.6. Динамическая модель манипуляционного двухзвенника.	73
2.7. Определение динамических коэффициентов для манипуляционных трехзвенников.	80
2.8. Анализ динамических моделей манипуляционных систем.	87
2.9. Подходы к упрощению динамических моделей манипуляторов.	92
2.10. Особенности моделей динамики манипуляторов при решении задач управления.	96
2.10.1. Динамика манипуляционных роботов с учетом двигателей.	96
2.10.2. Динамика манипуляторов при силовом взаимодействии с внешней средой.	99
2.10.3. Уравнения динамики в форме Коши.	100
2.10.4. Динамика манипулятора в пространстве внешних координат.	102
2.10.5. Динамика манипуляторов на многообразиях.	105
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	109