

Введение	3
----------	---

<b>Раздел первый. СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ</b>	<b>5</b>
--	----------

1. Основные понятия и определения	5
1.1. Основные принципы классификации	5
1.2. Структурная классификация	6
1.3. Деталь, звено	7
1.4. Кинематические пары	9
1.5. Кинематические цепи	10
1.6. Кинематические соединения	10
1.7. Подвижность кинематической цепи	13
2. Механизмы	13
2.1. Основные признаки механизмов	14
2.2. Плоские механизмы с низшими кинематическими парами	16
2.3. Пространственные механизмы с низшими кинематическими парами	18
2.4. Плоские механизмы с высшими кинематическими парами	21
2.5. Пространственные механизмы с высшими кинематическими парами	22
2.6. Механизмы с немеханическим способом передачи движения	24
3. Структурный синтез механизмов	24
3.1. Задача структурного синтеза	25
3.2. Структурные группы	28
3.3. Образование механизмов методом наложения структурных групп	81
3.4. Образование механизмов методом инверсии	32
3.5. Переход от структурной схемы к реальному механизму	34
3.6. Избыточные связи и подвижности	36
4. Структурный анализ механизмов	36
4.1. Задачи структурного анализа	37
4.2. Определение класса механизма	38
4.3. Структурные преобразования путем замены высших кинематических пар цепями с низшими парами	39
4.4. Анализ связей, налагаемых кинематическими парами	

<b>Раздел второй. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ МЕХАНИЗМОВ</b>	
--	--

5. Математические методы, используемые при исследовании механизмов	42
5.1. Операторные функции и базовые алгоритмы	42

5.2. Операторная функция, реализующая базовые алгоритмы решения систем линейных уравнений	43	10.12. Свойства эвольвентного зацепления	109
5.3. Операторные функции, реализующие базовые алгоритмы численного интегрирования и дифференцирования	44	10.13. Коэффициент перекрытия	111
5.4. Действия с векторными величинами	46	10.14. Удельное скольжение	113
5.5. Матричная форма записи векторных соотношений	49	10.15. Интерференция зубьев	114
5.6. Преобразования координат	52	10.16. Влияние смещения на характеристики зацепления	115
6. Пути решения задач кинематического синтеза механизмов с низшими парами	54	10.17. Определение межосевого расстояния пары сопряженных колес	117
6.1. Задачи, решаемые с помощью механизмов с низшими парами	54	11. Синтез точечных круговинтовых зацеплений	119
6.2. Требования к геометрическим параметрам звеньев в связи с задачами кинематики	56	11.1. Профилирование зубьев с точечным контактом	119
6.3. Функции положения звеньев и передаточные функции	58	11.2. Принцип образования зацепления с точечным контактом	120
6.4. Выбор методов синтеза	60	11.3. Образование зубьев круговинтового зацепления	121
6.5. Многопараметрическая и многокритериальная оптимизация	62	11.4. Образование зубчатого механизма с одной линией зацепления	122
7. Синтез плоских механизмов с низшими парами	63	11.5. Образование зубчатого механизма с двумя линиями зацепления	123
7.1. Модификация шарнирного четырехзвенника	63	11.6. Исходные контуры и нарезание зубьев на заготовке колеса	124
7.2. Точный метод синтеза шарнирного четырехзвенника	65	11.7. Свойства зацепления Новикова	125
7.3. Приближенный синтез шарнирного четырехзвенника	66	11.8. Коэффициент перекрытия и скорости в зацеплении	126
7.4. Кривошипно-коромысловые механизмы с заданными свойствами	70	11.9. Определение размеров зубчатых механизмов с зацеплением Новикова	127
7.5. Кривошипно-ползунные механизмы	74	12. Синтез пространственных зацеплений при пересекающихся осях вращения	128
7.6. Кривошипно-кулисные механизмы	76	12.1. Пространственная эвольвентная функция	128
7.7. Механизмы остановкой ведомого звена	77	12.2. Эвольвентные профили конических зубьев	130
8. Синтез пространственных механизмов с низшими кинематическими парами	78	12.3. Круговые профили конических зубьев	130
8.1. Особенности синтеза пространственных механизмов	78	12.4. Образование конических зубьев различной формы	131
8.2. Пространственные шарнирные четырехзвенники	80	12.5. Теоретические исходные и производящие зубчатые колеса	132
8.3. Кривошипно-ползунные механизмы	83	12.6. Нарезание зубьев на заготовках колес	133
9. Пути решения задач кинематического синтеза механизмов с высшими кинематическими парами	84	12.7. Свойства конического эвольвентного зацепления	136
9.1. Задачи, решаемые с помощью механизмов с высшими парами	84	12.8. Эквивалентные цилиндрические и конические зацепления	138
9.2. Требования к геометрии звеньев в связи с задачами кинематики	84	12.9. Коэффициент перекрытия	139
9.3. Синтез сопряженных поверхностей пространственной высшей кинематической пары	86	12.10. Влияние смещения на характеристики зацепления	140
9.4. Синтез элементов плоской высшей кинематической пары	92	12.11. Определение геометрических размеров зацепления конических колес	141
9.5. Формообразование элементов высшей кинематической пары реальных звеньев	93	13. Синтез пространственных зацеплений при скрещивающихся осях вращения	143
10. Синтез плоских цилиндрических эвольвентных зацеплений	94	13.1. Гиперболоидное зацепление и его модификации	143
10.1. Эвольвентная функция	94	13.2. Винтовое зацепление	144
10.2. Эвольвентные профили	95	13.3. Гипоидное зацепление	145
10.3. Образование прямых зубьев	97	13.4. Образование линейчатых зацеплений	146
10.4. Образование косых зубьев	98	13.5. Образование червяков различных типов	146
10.5. Образование криволинейных зубьев	99	13.6. Исходные и производящие червяки	148
10.6. Образование внутренних зубьев	99	13.7. Нарезание элементов зацепления на заготовках червяков и колес	149
10.7. Зубчатая рейка	100	13.8. Определение геометрических размеров червячного механизма	151
10.8. Исходный контур	101	13.9. Свойства червячного зацепления	153
10.9. Нарезание зубьев на заготовках колес	102	13.10. Влияние смещения на характеристики червячного зацепления	155
10.10. Определение координат точек профиля зуба	105	13.11. Определение геометрических размеров глобоидного механизма	156
10.11. Определение геометрических размеров колес	107	13.12. Свойства глобоидного зацепления	157

<b>14. Синтез зубчатых механизмов</b>	<b>158</b>
14.1. Задачи синтеза зубчатых механизмов	158
14.2. Рядовые зубчатые механизмы	161
14.3. Планетарные зубчатые механизмы	164
14.4. Составные зубчатые механизмы	168
14.5. Зубчатые механизмы со ступенчато изменяющимся передаточным отношением	168
<b>15. Синтез кулачковых механизмов</b>	<b>170</b>
15.1. Основные характеристики и параметры	170
15.2. Определение размеров кулачкового механизма с заостренным толкателем	172
15.3. Определение размеров кулачкового механизма с плоским толкателем	175
15.4. Определение размеров кулачкового механизма с коромыслом	177
15.5. Построение профиля кулачка плоского механизма с толкателем	178
15.6. Построение профиля кулачка плоского механизма с коромыслом	180
15.7. Построение профиля кулачка пространственных механизмов	181
15.8. Определение параметров элементов высшей кинематической пары кулачковых механизмов	184
15.9. Алгоритмы расчета плоских кулачковых механизмов на электронных вычислительных машинах	186
<b>16. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ</b>	<b>187</b>
<b>16.1. Плоские механизмы с низшими парами</b>	<b>187</b>
16.1. Основные задачи анализа	187
16.2. Методы анализа	188
16.3. Определение кинематических характеристик движения звена на плоскости	189
16.4. Кинематика звеньев, образующих вращательную кинематическую пару	191
16.5. Кинематика звеньев, образующих поступательную кинематическую пару	194
16.6. Алгоритмы кинематического расчета структурных групп с внутренней вращательной парой	195
16.7. Алгоритмы кинематического расчета структурных групп с внутренней поступательной парой	206
16.8. Структура алгоритмов кинематического исследования механизмов	211
<b>17. Пространственные механизмы с низшими парами</b>	<b>213</b>
17.1. Методы кинематического анализа пространственных механизмов	213
17.2. Кривошипно-коромысловые механизмы	214
17.3. Кривошипно-ползунные механизмы	216
17.4. Механизм универсального шарнира	217
17.5. Винтовые механизмы	219
<b>18. Промышленные роботы</b>	<b>220</b>
18.1. Общие понятия и определения	220
18.2. Основные схемы манипуляторов промышленных роботов	221
18.3. Определение положения объекта манипулирования	224
18.4. Исследование кинематики манипуляторов	227
18.5. Манипулятор с кинематическими парами 5-го класса	229

<b>19. Плоские и пространственные механизмы с высшими парами</b>	<b>231</b>
19.1. Фрикционные механизмы	231
19.2. Зубчатые механизмы с неподвижными осями колес	233
19.3. Сателлитные зубчатые механизмы	234
19.4. Планетарные зубчатые механизмы	235
19.5. Замкнутые дифференциальные механизмы	237
19.6. Волновые механизмы	238
19.7. Зубчато-рычажные механизмы	239
19.8. Кулачковые механизмы	240

#### **Раздел четвертый. ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ**

<b>20. Силы, действующие на звенья механизмов</b>	<b>241</b>
20.1. Классификация сил	241
20.2. Движущие силы	242
20.3. Силы производственных и непроизводственных сопротивлений	242
20.4. Силы инерции звеньев	244
20.5. Силы трения скольжения	245
20.6. Силы трения качения	246
20.7. Трение в низших кинематических парах	247
20.8. Трение в высших кинематических парах	250
20.9. Трение в винтовой кинематической паре	252
20.10. Трение в кинематической паре с гибким звеном	253
20.11. Приведение сил, действующих на звено, к эквивалентной системе сил	254
<b>21. Силовой расчет механизмов</b>	<b>255</b>
21.1. Реакции в кинематических парах	255
21.2. Определение реакций в кинематических парах структурных групп с внутренней вращательной парой	257
21.3. Определение реакций в кинематических парах структурных групп с внутренней поступательной парой	260
21.4. Определение реакций в кинематических парах структурных групп с учетом трения	262
21.5. Алгоритмизация силового расчета структурных групп	264
21.6. Структура алгоритмов силового расчета плоских механизмов с низшими парами	270
21.7. Силовой расчет пространственных механизмов с низшими парами	271
21.8. Силовой расчет механизмов с высшими кинематическими парами	274
21.9. Силовой расчет входного звена	277
<b>22. Движение механизма под действием приложенных сил</b>	<b>278</b>
22.1. Основные задачи исследования	278
22.2. Пути решения задачи о движении механизма	279
22.3. Приведенные сила и момент	280
22.4. Приведенная масса и приведенный момент инерции	282
22.5. Исходное уравнение движения механизма	282
22.6. Движение механизма при условии, что моменты сил и моменты инерции — функции положений звеньев	284
22.7. Движение механизма при условии, что движущие силы зависят от скорости звеньев, а силы сопротивления — от времени	288

22.8. Движение механизма при нелинейной характеристике двигателя	290	27.4. Метод малых перемещений	338
22.9. Коэффициенты неравномерности движения и динамичности механизма	291	27.5. Учет влияния зазоров в кинематических парах на ошибку механизмов	340
23. Влияние упругости звеньев на точность их перемещений и нагрузки в механизмах	293	27.6. Компенсация ошибок и регулировка механизмов	341
23.1. Проявление упругого взаимодействия звеньев	293	28. Регулирование колебаний скорости звеньев механизмов	342
23.2. Характеристики упругих свойств звеньев и механизмов	293	28.1. Способы регулирования движения механизма	342
23.3. Перераспределение нагрузки в кинематических парах	295	28.2. Обеспечение равномерности движения агрегата без учета характеристики его двигателя	343
23.4. Изменение сил, действующих на звенья	298	28.3. Обеспечение равномерности движения агрегата с учетом характеристики его двигателя	345
23.5. Ошибка положения звеньев механизма из-за их упругости	300	28.4. Определение размеров маховика и выбор места его установки	347
24. Колебательные процессы в механизмах	301	28.5. Обеспечение равномерности движения машины с помощью регуляторов скорости	349
24.1. Виды колебаний звеньев механизмов	301	29. Динамическое взаимодействие машинного агрегата с окружающей средой	351
24.2. Свободные колебания	302	29.1. Пути ограничения динамических воздействий машин на окружающую среду	351
24.3. Вынужденные колебания	305	29.2. Уравновешивание звеньев шарнирно-рычажных механизмов	352
24.4. Особенности колебаний вращающихся звеньев	307	29.3. Уравновешивание вращающихся звеньев с неуравновешенными массами	355
24.5. Особенности колебаний поступательно движущихся звеньев	308	29.4. Балансировка вращающихся звеньев типа ротор	357
24.6. Демпфирование свободных колебаний	310	29.5. Воздействие неуравновешенных сил машины на фундамент	359
24.7. Демпфирование вынужденных колебаний	311	29.6. Защита механизмов от вибраций	360
<b>25. КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ</b>	312	<b>Приложение</b>	363
25.1. Постановка задач оптимизации при синтезе механизмов	312	<i>Список использованной и рекомендуемой литературы</i>	364
25.2. Построение комплексных целевых функций	314	<b>Предметный указатель</b>	365
25.3. Методы безусловной оптимизации	316		
25.4. Методы условной оптимизации	318		
25.5. Управляемые внутренние параметры синтеза	319		
26. Пути оптимизации механизмов по минимуму потерь мощности	320		
26.1. Механический коэффициент полезного действия и коэффициент потерь	320		
26.2. Влияние на КПД места расположения механизмов в энергетическом потоке	322		
26.3. Коэффициент полезного действия низших кинематических пар	324		
26.4. Коэффициент полезного действия высших кинематических пар	326		
26.5. Определение КПД механизмов с последовательным расположением кинематических пар	327		
26.6. Определение КПД механизмов с разветвленным энергетическим потоком	329		
27. Влияние точности изготовления звеньев на работу механизмов	332		
27.1. Ошибки в реальных механизмах	332		
27.2. Причины появления ошибок механизмов	334		
27.3. Дифференциальный метод определения ошибок механизмов	336		